

LIETUVOS GEOLOGIJOS TARNYBOS
LITHUANIAN GEOLOGICAL SURVEY

2020 METŲ
VEIKLOS
REZULTATAI | ANNUAL
REPORT
2020



LIETUVOS GEOLOGIJOS TARNYBOS
LITHUANIAN GEOLOGICAL SURVEY

2020 METŲ
VEIKLOS
REZULTATAI | ANNUAL
REPORT
2020



Lietuvos geologijos tarnybos 2020 metų veiklos rezultatai

Metinė ataskaita

Lithuanian Geological Survey

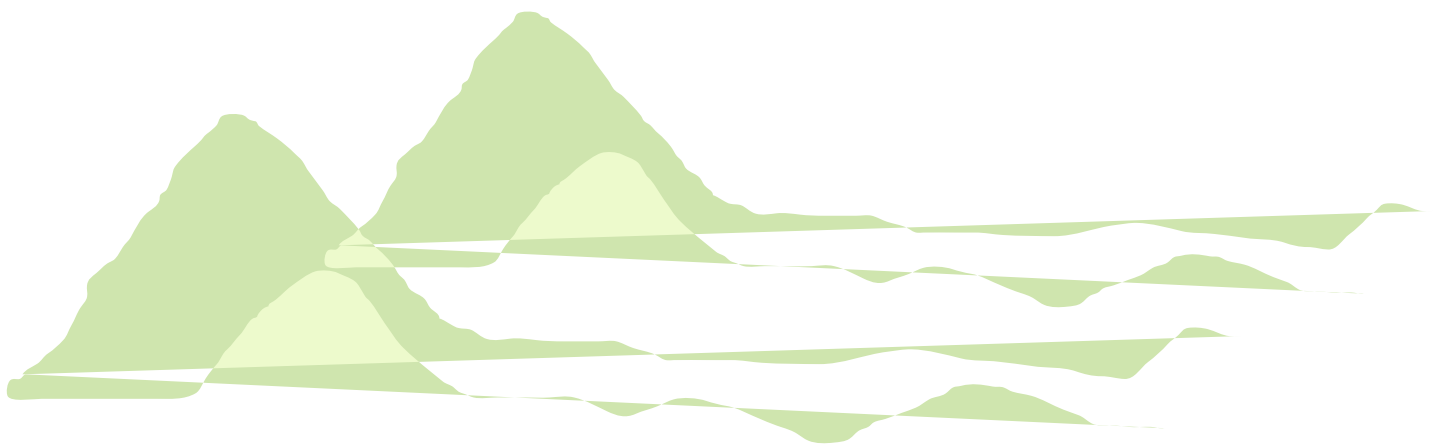
Annual Report 2020

Redakcinė kolegija:
Editorial Board:

R. Aleknienė, A. Dumšienė, G. Giparas, R. Kanopienė,
J. Lazauskienė, V. Purnas, R. Radienė, V. Ražinskas

Atsakingoji redaktorė
Editor-in-Chief

J. Čyžienė



Turinys | Content

Lietuvos geologijos tarnybai – 80!	5	Lithuanian Geological Survey 80 years anniversary!
Valstybinis žemės gelmių naudojimo reguliavimas 2020 metais <i>A. Dumšienė, R. Kanopienė, J. Lazauskienė, R. Radienė</i>	7	State Regulation of the Use of the Underground in 2020 <i>A. Dumšienė, R. Kanopienė, J. Lazauskienė, R. Radienė</i>
Lietuvos geologinis kartografavimas 1:50 000 masteliu <i>R. Guobytė</i>	11	Geological Mapping in Lithuania at a scale of 1:50 000 <i>R. Guobytė</i>
Kvartero storumės erdvinis geologinis kartografavimas M 1:50 000 Širvintų plote <i>A. Grigienė</i>	13	Quaternary deposits in the Širvintos area, at a scale 1:50 000 <i>A. Grigienė</i>
Kvartero storumės erdvinis geologinis kartografavimas M 1:50 000 Prienų ir Stakliškių plotuose <i>D. Karmazienė</i>	17	Spatial Geological Mapping in the Prienai–Stakliškės area at a scale 1:50 000 <i>D. Karmazienė</i>
Erdvinis geologinis kvartero darinių kartografavimas M 1:50 000 Skaudvilės plote <i>A. Damušytė</i>	22	Spatial geological mapping of the Quaternary strata in the Skaudvile area, at a scale of 1:50 000 <i>A. Damušytė</i>
Kauno marių kranto zonos geologinis kartografavimas M 1:10 000i <i>D. Karmazienė</i>	27	Geological mapping of Kaunas Reservoir shore area at a scale 1:10 000 <i>D. Karmazienė</i>
Krantų abraziųjų procesų intensyvumo vertinimas <i>V. Mikulėnas, S. Danielius</i>	30	Estimation of the intensity of coastal abrasion processes <i>V. Mikulėnas, S. Danielius</i>
Alytaus miesto inžinerinių geologinių duomenų rinkinio sudarymas <i>S. Stankevičiūtė</i>	34	Compilation of Alytus city engineering geological data set <i>S. Stankevičiūtė</i>
Žemės gelmių geoterminės energijos (seklusios) išteklių ir jų panaudojimo galimybių vertinimas <i>P. Pūtys</i>	37	The assessment of the shallow geothermal resources and potentiality of its appliance <i>P. Pūtys</i>
Gruntinio vandens hidrogeologinis kartografavimas urbanizuotose teritorijose M 1:10 000 <i>P. Pūtys</i>	42	The mapping of unconfined aquifers in the urban territories at a scale of 1:10 000 <i>P. Pūtys</i>
Potencialių taršos židinių inventorizavimas ir tyrimai <i>V. Gregorauskienė, A. Slavinskas</i>	46	Inventory and investigations of potentially contaminated sites <i>V. Gregorauskienė, A. Slavinskas</i>
Arseno kilmės Lietuvos požeminiame geriamajame vandenyje nustatymas <i>P. Pūtys, R. Radienė, J. Arustienė</i>	48	The assesment of the origin of As in the Lithuania drinking groundwater <i>P. Pūtys, R. Radienė, J. Arustienė</i>

Juodligės židiniai Lietuvoje ir jų poveikis gamtinei aplinkai	52	Anthrax hotspots in Lithuania and their effects on the natural environment
<i>A. Slavinskas</i>		<i>A. Slavinskas</i>
Laidojimo vietų įtaka grntinio vandens kokybei	59	The impact of cementaries on groundwater quality
<i>P. Pūtys, R. Radienė, J. Arustienė, S. Petrovas, K. Iljasevičius, J. Samosionokas</i>		<i>P. Pūtys, R. Radienė, J. Arustienė, S. Petrovas, K. Iljasevičius, J. Samosionokas</i>
Požeminio vandens baseinų būklė ir problemų apžvalga	64	Overview of status evaluation and water protection problems in groundwater bodies
<i>J. Arustienė</i>		<i>J. Arustienė</i>
Lietuvos seismologinis monitoringas 2020 metais	74	Seismological monitoring in Lithuania in 2020
<i>A. Pačėsa</i>		<i>A. Pačėsa</i>
Naujų žemės gelmių išteklių potencialo vertinimo informacijos sisteminimas	77	Systematization of information for the assessment of the new underground resources potential
<i>J. Bitinasė</i>		<i>J. Bitinas</i>
Georadaro veikimo metodinių ir techninių galimybių vertinimas	78	Evaluation of methodological and technical possibilities of ground penetrating radar
<i>S. Lozovskis</i>		<i>S. Lozovskis</i>
Karstinių procesų tyrimai ir reiškinių stebėseną: gipso denudacija požemyje bei ir naujos smegduobės Šiaurės Lietuvoje	82	Investigation and monitoring of karst process and phenomena: gypsum denudation in the underground and new sinkholes in Northern Lithuania
<i>V. Mikulėnas, V. Minkevičius, R. Kanopienė, S. Danielius, J. Taminskas, R. Linkevičienė, K. Dilys, N. Skuodienė</i>		<i>V. Mikulėnas, V. Minkevičius, R. Kanopienė, S. Danielius, J. Taminskas, R. Linkevičienė, K. Dilys, N. Skuodienė</i>
Naujausi Lietuvos geotopai, jų tyrimai. Geotopų posistemio pildymas	89	New Geotopes in Lithuania and Geotopes Database Support
<i>A. Grigienė, V. Mikulėnas</i>		<i>A. Grigienė, V. Mikulėnas</i>
Lietuvos geologijos tarnybos elektroninės paslaugos	92	Electronic Services of the Lithuanian Geological Survey
<i>R. Aleknienė</i>		<i>R. Aleknienė</i>
Geologijos fondas ir Publikuotų leidinių informacinis fondas	95	The Geological Fund and information Stock of Published Documents
<i>I. Vilkanec, J. A. Šenderovienė</i>		<i>I. Vilkanec, J. A. Šenderovienė</i>
Visuomenės informavimas	98	Public Information
<i>I. Satkūnienė</i>		<i>I. Satkūnienė</i>
Žemės gelmių informacijos centras	100	Underground Information Centre
<i>V. Purnas</i>		<i>V. Purnas</i>
Laboratorija	102	Laboratory
<i>V. Ražinskas</i>		<i>V. Ražinskas</i>
PRIEDAI	106	APPENDICES
Komitetai, komisijos, tarybos, tarpžinybinės darbo grupės	106	Committees, commissions, councils, joint working groups
2020 metų renginiai. Dalyvavimas simpoziumuose, konferencijose, seminaruose	108	2020 Events. Participation at symposia, conferences and workshops

Lietuvos geologijos tarnybai

80



Lithuanian Geological Survey - 80

Lietuvos geologijos tarnyba įsteigta 1940 metais spalio 16 dieną. Nuo 1941 iki 1991 metų Lietuvos geologijos tarnyba ne kartą keitė savo pavadinimą, organizacinę struktūrą, priklausomybę, bet geologiniai darbai buvo vykdomi nenutrūkstamai, plėtojama valstybinė geologinės informacijos sistema.

Nepriklausomai nuo laikmečio ir santvarkos žmonėms visada reikėjo svarbiausių gamtos išteklių – akmens, molio, vandens. O dabar, be to, vis labiau reikia saugios ir švarios aplinkos...

Tvarus ir atsakingas žemės gelmių išteklių naudojimas:

- Naudingasis iškasenas išgauna 320 įmonių;
- Lietuvoje eksploatuojamos naudingosios iškasenos: klintis, dolomitas, smėlis, žvyras, molis, durpės, nafta, kreidos mergelis, sapropelis;
- Veikia virš 2300 požeminio vandens vandenviečių;
- Žemės gelmių tyrimus atlieka 117 įmonių.

Informacija apie žemės gelmių aruodus:

- Žemės gelmių registre patalpinti duomenys apie gręžinius, naudingųjų iškasenų telkinius, atliekamus tyrimus, geotermines sistemas;
- Valstybinė geologinės informacijos sistema: visi Lietuvoje atliktų tyrimų duomenys įvairiose laik-menose, elektroniniu būdu teikiamos paslaugos www.lgt.lt/epaslaugos, leidiniai ir publikacijos;
- Žemės gelmių informacijos centre – 150 kilometrų kerno iš daugiau nei 1000 gręžinių, uolienų ekspozicijos, edukaciniai renginiai.

Valstybiniai žemės gelmių tyrimai:

- Požeminio vandens, seismologinis, dirvožemio bei karstinio proceso monitoringas;
- Geologinis kartografavimas;
- Pavojingi geologiniai reiškiniai, inžinerinės geologinės sąlygos;
- Žemės gelmių taršos židiniai;
- Požeminio vandens išteklių ir kokybės tyrimai;
- Giluminė sandara, tektonika.

Teikiame duomenis:

- Teritorijų planavimui, žemėtvarkai, aplinkos apsaugai, branduolinei energetikai ir kt.

Lithuanian Geological Survey – 80 years anniversary!

Lithuanian Geological Survey was established 16th October 1940.

In the period 1941–1991 the Survey has changed several times its title, organisational structure and subordination however the geological investigations were carried out and the information system was maintained all the time. Despite of the historical period, the society always needed raw materials – rocks, clay, water. Nowadays safe and clean environment is needed even more.

Current responsibilities of the Lithuanian Geological Survey

Sustainable and responsible exploitation of underground resources:

- The 320 enterprises are extracting mineral resources;
- Deposits of limestone, dolomite, sand, gravel, clay, chalk marl, peat, oil, sapropel are under exploitation in Lithuania;
- 2300 waterworks are operating;
- Geological investigations are carried out by 117 companies.

Geological information:

- Register of Underground contains data on boreholes, deposits of mineral resources and groundwater, projects of geological research, geothermal systems;
- State geological information system contains data on geological investigations of all country;
- Services are provided by electronic way (www.lgt.lt/epaslaugos);
- Publications, books;
- The Center of underground information contains 150 kilometers of drillcore from more than 1000 boreholes, collections of boulders and minerals.

State geological investigations:

- Monitoring of groundwater, seismological, soil and kars process;
- Geological mapping;
- Geological hazards, engineering geological conditions;
- Contaminated sites;
- Groundwater quality and quantity;
- Deep geological structure and tectonics.

Survey provides data for:

- Spatial planning, environmental protection, land management, energy projects etc.

Lietuvos geologijos tarnybos direktorius
Giedrius Giparas



Director of Lithuanian Geological Survey
Giedrius Giparas

Valstybinis žemės gelmių naudojimo reguliavimas 2020 metais

State Regulation of the Use of the Underground in 2020

A. Dumšienė, R. Kanopienė, J. Lazauskienė, R. Radienė, Lietuvos geologijos tarnyba

Žemės gelmių išteklių naudojimo reguliavimas

Vadovaujantis Leidimų naudoti žemės gelmių (išskyrus angliavandenilius) išteklius ir ertmes išdavimo taisyklėmis, 2020 metais išduoti 38 leidimai (15 naujų ir 23 pakartotiniai) naudoti kietųjų naudingųjų iškasenų išteklius, sudaryta 70 išteklių naudojimo sutarčių. Vadovaujantis nuo 2020 m. liepos 1 d. įsigaliojusiu Leidimų naudoti žemės gelmių išteklius (išskyrus angliavandenilius) ir ertmes išdavimo tvarkos aprašu, išduota 12 leidimų naudoti kietųjų naudingųjų iškasenų išteklius. Iš viso 2020 metais išduota 50 leidimų naudoti kietųjų naudingųjų iškasenų išteklius. Panaikintas 35 leidimų galiojimas (iš jų 23 leidimų – išduodant pakartotinį leidimą, 11 – leidimo turėtojo pageidavimu, 1 – išsekus skirtiems naudoti ištekliams), patikslinti 3 leidimų duomenys. 2020 metų pabaigoje galiojančius leidimus naudoti kietųjų naudingųjų iškasenų išteklius turėjo 325 juridiniai, 3 fiziniai asmenys ir viena juridinių asmenų grupė, veikianti pagal jungtinės veiklos sutartį.

LGT direktoriaus įsakymais aprobuoti 3 sa-propelio, 1 dolomito, 5 smėlio, 13 žvyro ir 27 smėlio ir žvyro telkiniai arba naujų plotų prie anksčiau išžvalgytų telkinių ištekliai. Išnagrinėti ir patvirtinti (suderinti) 59 kietųjų naudingųjų iškasenų naudojimo dokumentai (telkinių naudojimo (kasybos ir rekultivavimo) projektai, žemės gelmių naudojimo planai arba pažeistų teritorijų tvarkymo projektai).

State Regulation of the use of the Underground

In 2020, following “The delivery procedure of permissions to use mineral (except hydrocarbons), resources and cavities of the underground”, permissions to use mineral resources were granted to 50 enterprises, 70 contracts of the use of resources were concluded, and 35 permissions were revoked (23 – in the case of granting a reissued permission). Permissions to use ground water resources were granted to 160 waterworks. By the end of December 2020, 325 enterprises, 3 natural persons and one group of legal persons acting under the contract of joint activity had permissions to use resources of solid minerals and 107 enterprises and one natural person had permissions to use groundwater resources.

In 2020, 37 reports of geophysical investigations of geothermal systems were assessed; 15 projects of the abandonment of the hydrocarbon wells were assessed and approved. The accountancy of the hydrocarbon production was carried out – annual reports of hydrocarbon production in 2020, presented by the enterprises for each oil field, were analysed and summarized data were regularly presented to the State Tax Inspection. The implementation of the obligations of the Hydrocarbon Licensing Agreements was carried out. The procedures of organization of the Hydrocarbon Licensing Tender in the Šilutė–Tauragė block were carried out.

2020 metais išduota 160 leidimų naudoti požeminio vandens išteklius. Žemės gelmių registro išteklių dalyje įregistruota 118 naujų požeminio vandens vandenviečių. Aprobuoti 129 vandenviečių požeminio vandens ištekliai.

Įvertintos 37 geofizinių tyrimų geoterminėse sistemose ataskaitos. Suderinta 15 angliavandenilių gręžinių likvidavimo projektų. Parengti ir kas ketvirtį VMI pateikti 2020 metų duomenys apie išgautą naftos išteklių kiekį telkiniuose. Vykdytos tradicinių angliavandenilių (naftos) išteklių naudojimo konkurso Šilutės–Tauragės plote organizavimo procedūros; vykdyta angliavandenilių išteklių naudojimo sutarčių įsipareigojimų įvykdymo priežiūra.

Žemės gelmių geologinio tyrimo reguliavimas

Vadovaujantis Leidimų tirti žemės gelmes išdavimo taisyklėmis ir nuo 2020 m. liepos 1 d. įsigaliojusiu Leidimų tirti žemės gelmes išdavimo tvarkos aprašu, 2020 metais išduoti 35 leidimai tirti žemės gelmes. Sustabdytas 2 leidimų galiojimas, 1 leidimo galiojimo sustabdymas panaikintas, panaikintas 44 leidimų galiojimas, patikslinti 73 leidimų duomenys. Metų pabaigoje leidimus tirti žemės gelmes turėjo 118 įmonių ir 4 fiziniai asmenys (122 leidimų turėtojai).

Pagal statybos techninio reglamento STR 1.04.02:2011 „Inžineriniai geologiniai ir geotechniniai tyrimai“ nuostatas 2020 metais išnagrinėtos ir įvertintos 4 835 inžinerinių geologinių tyrimų ataskaitos (67 proc. daugiau nei 2019 m.), 130 šių tyrimų darbų programų ir parengtos 122 tyrimų, atitinkančių III geotechninę kategoriją, ataskaitų vertinamosios išvados, buvo teikiamos ir kitų geotechninių kategorijų tyrimų, skirtų ypatingiesiems statiniams projektuoti, ataskaitų vertinamosios išvados (parengta 620 vertinamųjų išvadų).

Teikta tarnybinė pagalba Aplinkos apsaugos departamentui atliekant šiukšlių ir vamzdžių paiešką bei metodinė pagalba kriminalistams atliekant krata. Atlikti tyrimai pagal tarnybinės pagalbos prašymus Druskininkuose ir Klaipėdoje: vykdyti tyrimai georadaru vietovėse, gauti geofiziniai duomenys, sudaryta ir interpretuota ~120

Regulation of Underground Investigations

In accordance with “The order of issuing licences for underground research” in 2020, licences for underground research were issued to 35 enterprises. By December 31, 2020, 118 enterprises and 4 natural persons had licences to carry out geological investigations. In 2020, in compliance with “The order of approbation of explored solid mineral resources”, 49 reports of detailed and supplementary exploration of solid mineral resources were analysed and approved.

According to technical construction regulation STR 1.04.02:2011 “Engineering geological and geotechnical investigations”, the quality of 4835 reports (67 % more than in 2019) of engineering geological and geotechnical investigations was checked in 2020. One hundred thirty programs of engineering geological and geotechnical investigations were evaluated according to legal documents and conclusions on correspondence were provided. One hundred twenty two letters about the quality of engineering geological and geotechnical investigations related with the projects of the third (difficult) geotechnical category and 620 letters related with the projects of other geotechnical categories were prepared.

In 2020, the Lithuanian Geological Survey provided official assistance to the Department of Environmental Protection (AAD), police forensics and other institutions of the Republic of Lithuania in the search for buried objects of different origin. Field works by applying georadar were carried out, in order to determine the locations of the buried debris, pipes and other objects; in result ~120 georadar profiles were created and interpreted and conclusions of geophysical investigations provided.

State Underground Register

In accordance with “The Statute of Underground Register” and “The Regulations of Underground Register Arrangement” of December 31, 2020, 3 253 deposits of mineral resources, ground water and deposits of hydrocarbon resources were included into the chapter of underground resources. In 2020, 16 new deposits of mineral re-



georadaro pjūvių, parengtos ir pateiktos ataskaitos ir vertinamosios išvados.

Valstybinis žemės gelmių registras

Vadovaujantis Žemės gelmių registro (ŽGR) nuostatais ir tvarkymo taisyklėmis 2020 metais ŽGR žemės gelmių išteklių dalyje įrašyti 16 naujų kietųjų naudingųjų iškasenų telkinių (96 telkiniai papildyti naujais duomenimis) ir 118 naujų požeminio vandens vandenviečių duomenys. Iš viso registro išteklių dalyje įregistruoti 3 253 kietųjų naudingųjų iškasenų telkiniai arba jų sklypai, angliavandenilių telkiniai bei požeminio vandens telkiniai ir vandenvietės. Registro išteklių dalyje aprobuoti ir įrašyti 129 vandenviečių požeminio vandens ištekliai. Bendras 2020 metais įvertintų ir aprobuotų požeminio vandens išteklių kiekis – 18,08 tūkst. m³/d. Registro gręžinių dalyje 2020 metais įregistruotas 2 431 gręžinys (iš jų 2 367 gręžiniai, skirti požeminio vandens gavybai). Iki 2020 m. gruodžio 31 d. registro gręžinių dalyje įregistruota 43 521 gręžinys, o valstybinės geologijos informacinės sistemos Tyrimų gręžinių posistemyje įrašyti 29 754 gręžinių duomenys (iš viso 73 275 gręžinių duomenys). Registro žemės gelmių tyrimų dalyje 2020 metais įregistruoti 7 983 žemės gelmių geologiniai tyrimai. Iš viso šioje registro dalyje iki 2020 m. gruodžio 31 d. įregistruoti 21 926 žemės gelmių geologiniai tyrimai. Geoterminių gręžinių sistemų dalyje įregistruotos 152 geoterminių gręžinių sistemos. Šioje registro dalyje iki 2020 m. gruodžio 31 d. įregistruotos 933 geoterminių gręžinių sistemos.

Įvairios paskirties projektų ir dokumentų, susijusių su žemės gelmių naudojimu, derinimas

Vadovaujantis Branduolinės energetikos objekto statinio projekto derinimo tvarkos aprašo reikalavimais, patvirtintais Lietuvos Respublikos Vyriausybės 2012 m. liepos 4 d. nutarimu Nr. 808, atliktas trijų branduolinės energetikos objektų statybos projektų vertinimas ir derinimas.

Išnagrinėti 1 265 įvairaus lygmens teritorijų planavimo dokumentai ir pateikti atitinkami pasiūlymai (reikalavimai) bei išvados šių dokumentų rengėjams ar pateikėjams.

sources and 118 new waterworks were included into the chapter of underground resources; 2 431 boreholes were included into the chapter of boreholes and 7 983 objects of geological investigations were included into the chapter of geological investigations. In 2020, 152 geothermal wells were included in the Register of Geothermal Drilling Systems (933 geothermal wells had been registered by December 31, 2020).

Co-ordination of Various Projects and Documents Related to the Use of Earth's underground

According to order No 808 of July 4th 2012 of the Government of the Republic of Lithuania supervision of 3 nuclear objects construction projects was performed.

• In 2020, the Lithuanian Geological Survey analysed 1 265 territorial planning documents of different levels and 1636 land use projects.

2020 metų mineralinių išteklių gavyba (parengė K. Griguolė, V. Stankevičienė) | Exploitation of mineral resources in 2020 (compiled by K. Griguolė, V. Stankevičienė)

Naudingosios iškasenos rūšis	2020 m. išgautas išteklių kiekis tūkst. m ³
Anhidritas / gipsas	-
Dolomitas	2880
Klintys	781
Kreidos mergelis	4
Molis:	233
♦ iš jų devono	-
♦ iš jų triaso	233
♦ iš jų kitas	-
Opoka	-
Sapropelis	1
Žvyras	8616
Smėlis:	2930
♦ iš jo kvarcinis smėlis	45
♦ iš jo smėlis moliui liesinti	1
♦ iš jo smėlis silikatiniams dirbiniams	73
♦ iš jo smėlis statyboms	2811
Iš viso: smėlis+žvyras	11 546
Durpės:	3076
Nafta	38,11
Gėlas požeminis vanduo	140 712,84
Mineralinis požeminis vanduo	165,526

Suderinta 1 636 žemėtvarkos projektai, pateiktos išvados dėl 155 dirbtinių nepratekamu paviršinio vandens telkinių įrengimo vietų ir dėl 42 ūkinių gyvūnų gaišėnų užkasimo vietų.

Išnagrinėtos ir suderintos 192 ūkio subjektų poveikio požeminiam vandeniui monitoringo programos ir 173 apibendrinamosios ataskaitos, pateiktos 118 ekogeologinių tyrimų ir užterštų teritorijų tvarkymo ataskaitų vertinamosios išvados. Išnagrinėti Lietuvos Respublikos bendrojo plano (LRBP) koncepcijos ir LRBP Strateginio pasekmių aplinkai vertinimo (SPAV) dokumentai, parengtas LRBP koncepcijos tematikų papildymas; surinkta ir pateikta medžiaga apie alternatyvius energijos šaltinius ir geologinio saugojimo galimybes bei grafinė informacija žemės gelmių naudojimo funkciniais prioritetams; LRBP koncepcijos tematikoms ir alternatyvoms, dalyvauta susitikimuose Aplinkos ministerijoje (AP) ir forumuose šia tematika; buvo teikiami duomenys ir konsultacijos Aplinkos ministerijai LRBP rangovams žemės gelmių srityje; parengti pasiūlymai koncepcijos sprendinių konkretnimo rodikliams.

Įvertintas Valstybinės atominės energetikos saugos inspekcijos (VATESI) rašto Baltarusijos ekstremaliųjų situacijų ministerijai dėl branduolinės saugos klausimų dėl statomos Baltarusijos AE projektas, parengta informacija anglų kalba. Išnagrinėti Baltarusijos gamtos išteklių ir aplinkos apsaugos ministerijos raštai dėl atominės elektrinės Baltarusijoje saugos ir ekologinio monitoringo rezultatų Baltarusijos atominės elektrinės stebėjimo zonoje, Užsienio reikalų ministerijos ir Aplinkos ministerijos parengti atsakymai anglų kalba. Vadovaujantis Lietuvos Respublikos Ministro Pirmininko 2018 m. sausio 19 d. potvarkio Nr. 10 „Dėl darbo grupės sudarymo“ 2.3 papunkčiu, buvo parengti ir VATESI pateikti klausimai ir pastabos anglų kalba Nacionalinio Baltarusijos AE streso testų rezultatų įgyvendinimo veiksmų plano įgyvendinimo tarptautinės peržiūros klausimynui; išnagrinėti Baltarusijos Respublikos atsakymai į Europos branduolinės saugos reguliuojančiųjų institucijų grupės (ENSREG) ekspertų ir Lietuvos klausimus Nacionaliniam Baltarusijos AE streso testų rezultatų įgyvendinimo veiksmų planui, VATESI pateiktos išvados anglų kalba. ◆

Conclusions and requirements were given to the institutions concerned.

- 129 established water bodies were registered and approved. The total of approved resources amounts to 18.08 thou m³/day.
- 192 groundwater monitoring programs and 173 summary reports were analysed and approved.
- 118 ecogeological research reports were evaluated.
- The environmental geological conditions and possibilities to create 155 planned artificial surface closed water bodies and forty two sites for burial of animal carrions were evaluated.

The other documents

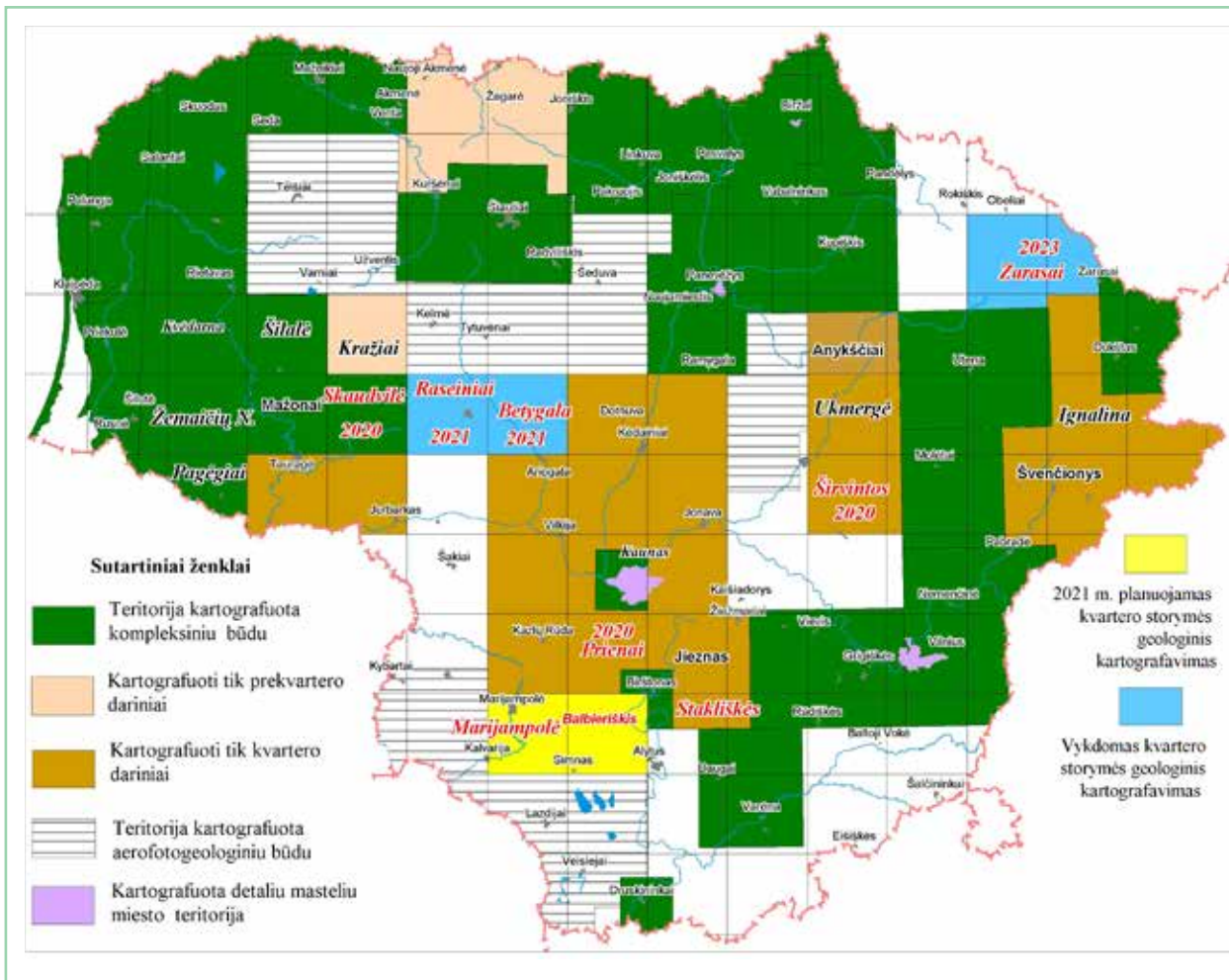
Documents of the General Plan of the Territory of the Republic of Lithuania (LRBP) and LRBP SEIA documents were analysed and observations, explanatory information and conclusions were prepared as well as the information on the alternative energy sources and geological storage potential. LRBP Forums were arranged; data and consultations were provided to the Ministry of Environment.

The Astravets Nuclear Power Plant seismic safety assessment documents and documents on the ecological monitoring of the surveillance zone of the Astravets Nuclear Power Plant, provided by Ministry of the Natural Resources and environmental protection of the Republic of Belarus, were analysed and expert conclusions were prepared for the Ministry of Environment and for the Ministry of Foreign Affairs of the Republic of Lithuania. Following the regulation No 10 of 2018-01-19 of the Prime Minister of the Republic of Lithuania „On the establishment of the working group“, the questions and observation were prepared for the questionnaire of the international supervision of the implementation of the „Action plan of the recommendations of the Stress Tests of Astvaets NPP of the Republic of Belarus“. The answers of the Belarus Republic to the questions of the international ENSREG experts and questions of the Republic of Lithuania on the implementation of the „Action plan of the recommendations of the Stress Tests of Astvaets NPP of the Republic of Belarus“ were analysed and the expert conclusions were provided in English for VATESI. ◆

Lietuvos geologinis kartografavimas 1:50 000 masteliu

Geological Mapping in Lithuania at a scale of 1:50 000

R. Guobytė, Lietuvos geologijos tarnyba



Valstybinis geologinis kartografavimas 1:50 000 masteliu vykdomas nuo 1964 metų. 2020 metais užbaigus kvartero nuogulų (1981 km², Skaudvilės, Širvintų ir Prienų–Stakliškių plotai) erdvinį geologinį kartografavimą, šiuo masteliu jau kartografiuota 68 %, arba 44 155 km² šalies ploto (be teritorijos, kartografiuotos aerofotogeologiniu būdu). Erdvinis geologinis M 1:50 000 kartografavimas kom-

The state geological mapping at a scale 1:50 000 has been performed since 1964. By 2020, when the spatial geological mapping of the Quaternary deposits was completed in an area of 1981 km² (Skaudvilė, Širvintos and Prienai–Stakliškės areas), the total amount of the areas mapped at that scale had reached 68 % or 44 155 km² of the country (except for the areas mapped by the aerial photogeologic way).

pleksiniu būdu atliktas 27 585 km² teritorijoje, o 17 192 km² plote atliktas tik kvartero storymės (13 512 km²) arba tik prekvartero darinių (3 680 km²) erdvinis geologinis kartografavimas.

Atsiradus būtinybei detaliam iširti arseno patekimo į Raseinių rajono savivaldybei priklausančias vandenvietes, 2020 metais pradėtas vykdyti kvartero nuogulų erdvinis geologinis kartografavimas 1245 km² šalies teritorijos (Raseinių ir Betygalos plotai). Dėl to buvo atidėtas 2019 metais pradėtas vykdyti Zarasų ploto (1267 km²) kvartero storymės erdvinis geologinis kartografavimas. ◆

The 27 585 km² area was mapped by a complex way at a scale 1:50 000, while in the area of 17 192 km² only the Quaternary (13 512 km²) or Pre-Quaternary (3 680 km²) deposits were mapped by a spatial geological mapping.

A spatial geological mapping of the Quaternary sediments in the Raseiniai and Betygala areas (1245 km² of the country) was initiated because of the need to find out possible sources and ways how the drinking-water of the Raseiniai Municipality was contaminated by arsenic. Therefore, the spatial geological mapping of the Quaternary deposits in the Zarasai area (1267 km²), started in 2019, was suspended. ◆



Kvartero storumės erdvinis geologinis kartografavimas M 1:50 000 Širvintų plote

Geological mapping of Quaternary deposits in the Širvintos area, at a scale 1:50 000

A. Grigienė, Lietuvos geologijos tarnyba

Vykdamas Valstybinių geologinių tyrimų programos „Geoenergetika ir saugi aplinka“ projektą „Erdvinis geologinis kartografavimas“, Širvintų plote atliktas erdvinis geologinis kartografavimas 1:50 000 masteliu. Kartografuotas 735,4 km² plotas. Remiantis kartografavimo metu surinkta medžiaga sudaryti valstybiniai kartografiniai dokumentai – 1:50 000 mastelio kvartero geologinis (su geologiniais pjūviais) ir geomorfologinis žemėlapis bei to paties mastelio faktinės medžiagos ir litomorfogenetinio rajonavimo žemėlapis. Parašytas aiškinamasis raštas.

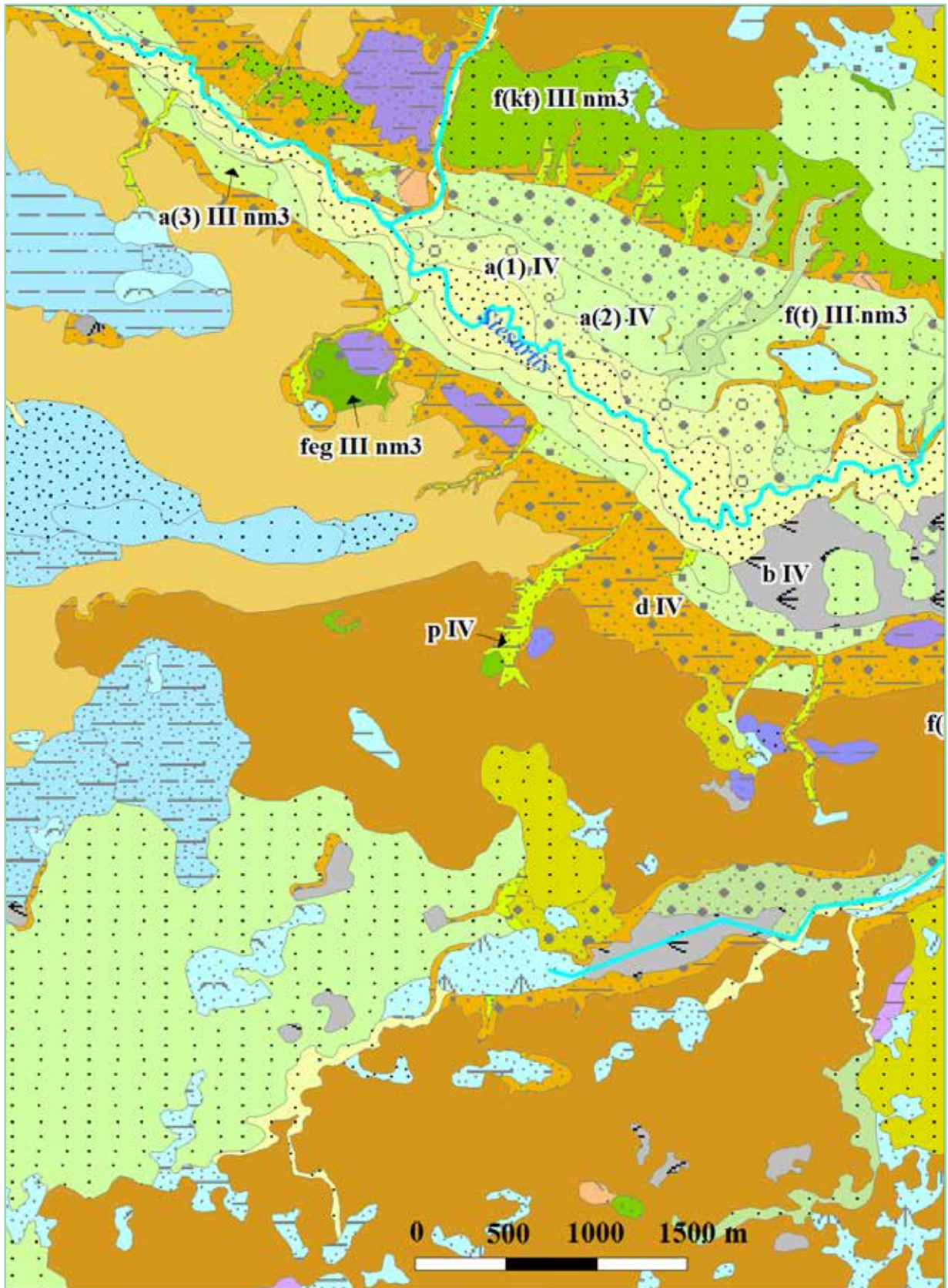
Žemėlapiams sudaryti buvo dešifruotos stambaus mastelio aerofotonuotraukos, atlikti geologiniai ir geomorfologiniai maršrutai, kurių metu rankiniu grąžtu iki 1,2 m gylio išgręžti ir aprašyti 1 176 gręžinukai, iškasta 80 kasinių iki 1,1 m gylio, iš kurių paimta mėginių granulimetrinei analizei; aprašyta viena atodanga, keturių karjerų sienelės ir šešios žvyroduobės.

Kvartero geologiniame žemėlapyje pavaizduotas paviršinių nuogulų ir nuosėdų paplitimas, amžius, kilmė ir litologinė sudėtis (pav.). Nubraižytoms genetinėms ir litologinėms riboms patikslinti naudotas V. Minkevičiaus parengtas lazerinis erdvinis paviršiaus modelis (LIDAR-as). Geologiniuose pjūviuose parodyta kvarteto storumės nuosėdų slūgsojimo sąlygos ir litologinė sudėtis. Geomorfologiniame žemėlapyje pavaizduota Širvintų ploto reljefo kilmė ir morfoskulptūra.

Kartografuotame plote kvartero nuogulų storis yra gana įvairus, kinta nuo 3,6 iki 200 metrų, vyraujantis storis yra 60–80 metrų. Geologi-

The Quaternary geological mapping of the Širvintos area (735.4 km²) was carried out at a scale 1:50 000. On the basis of the material collected in the course of mapping, geological (with geological cross-sections) and geomorphological maps of the Quaternary deposits as well as maps of factual data and lithomorphogenetic zoning, were drawn at a scale 1:50 000.

The compilation of maps was based on the aerial photo interpretation, field observations (1176 points) and laboratory investigations. The Quaternary geological map outlines the deposits, their distribution, age, origin and lithology. The geological structure of the Quaternary, with lithology and sediment deposition conditions, is represented in the complementary geological cross-sections. The geomorphological map represents the origin and morphosculpture of the relief of the Širvintos area. The thickness of the Quaternary deposits in the mapped area varies from 3.6 to 200 meters; the prevailing thickness is 60–80 m. The Pleistocene deposits are subdivided into the Dzūkija, Dainava, Žeimena (Middle Pleistocene) and Upper Nemunas (Upper Pleistocene) formations. The Žeimena formation is subdivided into the Žemaitija and Medininkai subformations. The Holocene deposits are not subdivided stratigraphically. The Quaternary deposits are overlying Devonian deposits. The upper part of the Quaternary cover is composed of deposits and sediments of different origin, with glacial deposits (loam and sandy loam), glaciofluvial (gravel and sand) and glaciolacustrine deposits (sand, silty sand and



Kvartero geologinio žemėlapis fragmentas (M 1:50 000). | A Fragment of the Quaternary Geological Map (Scale 1:50 000).



LEGENDA / LEGEND

Stratigrafija ir genezė / Stratigraphy and genesis

Holocenas ir vėlyvasis ledynmetis /
Holocene and Late glacial

	technogeninės nuogulos technogenic sediments
	deliuviniai (d) ir proliuviniai (p) dariniai deluvial deposits and proluvial deposits
	proliuviniai dariniai proluvial deposits
	biogeninės (nenustatyto tipo pelkių) nuogulos deposits of bog
	biogeninės (žemapelkių) nuogulos deposits of fen
	ežerinės nuosėdos lacustrine deposits
	salpinio ir I bei II viršsalpinių terasų aliuvio nuogulos alluvial deposits of flood plane and I, II terrace's
	III viršsalpinės terasos aliuvio nuogulos (Late glacial)
	aliuvinės nuogulos alluvial deposits (Late glacial)

Viršutinis pleistocenas / Upper Pleistocene
Viršutinis Nemunas (svita) / Upper Nemunas (formation)

	limnoglacialinės nuosėdos glaciolacustrine deposits
	limnoglacialinės keimų nuosėdos glaciolacustrine deposits of kame's
	limnoglacialinės keiminių terasų nuosėdos glaciolacustrine deposits of kame terrace's
	limnoglacialinės ledyno pakraščio nuosėdos marginal glaciolacustrine deposits
	fluvioglacialinės nuogulos glaciofluvial deposits
	fluvioglacialinės terasų nuogulos glaciofluvial deposits of terrace's
	fluvioglacialinės viduledyninės nuogulos englacial glaciofluvial deposits
	fluvioglacialinės keimų nuogulos glaciofluvial deposits of kame's
	fluvioglacialinės keiminių terasų nuogulos glaciofluvial deposits of kame terrace's
	fluvioglacialinės ledyno pakraščio nuogulos marginal glaciofluvial deposits
	glacialinės pagrindinės morenos nuogulos basal till
	glacialiniai ledyno pakraščio dariniai marginal till

Litologija / Lithology

	žvirgždingas smėlis gravel and sand		smėlis molingas su retu žvirgždu clayey sand with gravel
	smėlis su žvirgždu sand with gravel		morena (moreninis priemolis, priemolis) glacial loam
	smėlis įvairus sand various size grained		nenustatyto tipo pelkių durpės peat (type not identified)
	smėlis smulkus sand fine grained		žemapelkių durpės fen peat
	smėlis smulkutis very fine grained sand		durpingas smėlis sand with peat
	smėlis molingas clayey sand		sapropelingas smėlis sand with gyttja
	smėlis aleuritingas molingas silty-clayey sand		sapropelis gyttja
	molis aleuritingas-smėlingas sandy-silty clay		technogeninės nuogulos technogenic sediments

Kvartero geologinio žemėlapiu legenda.

Legend of the Quaternary Geological Map.

niuose pjūviuose pleistoceno nuogulos suskirstytos į vidurinio pleistoceno Dzūkijos, Dainavos, Žeimenos bei viršutinio pleistoceno viršutinio Nemuno svitas. Žeimenos svita suskirstyta į Žemaitijos ir Medininkų posvites. Holoceno dariniai detaliau stratigrafiškai nesuskaidyti. Kvartero dariniai slūgso ant vidurinio ir viršutinio devono uolienų.

clayey sand) prevailing. The Holocene deposits are sand, peat, and gyttja. The relief was formed by the glacier of the Last Glaciation (Late Nemunas) and its melt water. The sedimentation took place in the lakes; peatbogs and the hydrographic net were developing during the Late Glacial and Holocene. The relief varies from flat and slightly undulated plain to hilly.

Viršutinėje kvartero nuogulų stovymėje paplitusios vėlyvojo pleistoceno nuogulos ir nuosėdos: glacialinės nuogulos (moreninis priemolis), fliuvioglacialinės nuogulos (žvirgždas, smėlis), limnoglacialinės nuosėdos (smulkus, smulkutis, aleuritingas, molingas smėlis, aleuritinis molis). Vėlyvojo ledynmečio ir holoceno nuogulos ir nuosėdos: aliuvinės nuogulos (smėlis, dažniausiai smulkutis), eoliniai dariniai (smulkus smėlis), limninės nuosėdos (durpingas arba sapropelingas smėlis, sapropelis, aleuritingas, molingas smėlis), biogeninės nuogulos (durpės), deliuviniai dariniai (molingas smėlis su retu žvirgždu) ir technogeninės nuogulos.

Širvintų plote reljefą suformavo paskutiniojo – vėlyvojo Nemuno – apledėjimo ledynas ir jo tirpsmo vanduo. Vėlyvajame ledynmetyje ir holocene vyko nuosėdų sedimentacija ežeruose, formavosi pelkės ir hidrografinis tinklas. Kartografuotame plote reljefas kaitus – nuo plokščios ir silpnai banguotos lygumos iki stambiai kalvoto.

Sudarytas žemėlapių komplektas teikia svarbią informaciją apie kartografuotos teritorijos kvartero nuogulų stovymės viršutinės dalies geologinę sandarą ir yra pagrindas tolesniems hidrogeologiniams, inžineriniams-geologiniams, ekogeologiniams tyrimams ir naudingųjų iškasenų paieškai. ◆

The set of geological maps provides important information on the geological structure of the upper part of the Quaternary cover of the mapped territory and makes a basis for further hydrogeological, engineering geological, and ecogeological mapping and prospecting of mineral resources. ◆





Kvartero storumės erdvinis geologinis kartografavimas M 1:50 000 Prienų ir Stakliškių plotuose

Spatial Geological Mapping in the Prienai–Stakliškės area at a scale 1:50 000

D. Karmazienė, Lietuvos geologijos tarnyba

Vykdamas Valstybinių geologinių tyrimų programos „Geoenergetika ir saugi aplinka“ dalį „Erdvinis geologininkartografavimas“, 2020 metais baigtas Prienų (361,5 km²) ir Stakliškių (261,2 km²) plotų kvartero darinių erdvinis geologinis kartografavimas 1:50 000 masteliu. Bendras plotas – 622,7 km². Kiekvienam plotui sudaryti valstybiniai kartografiniai dokumentai 1:50 000 masteliu – kvartero geologiniai (Prienų plotui su geologiniu pjūviu) ir geomorfologiniai žemėlapiai. Taip pat sudaryti to paties mastelio faktinės medžiagos ir litomorfogenetinio rajonavimo (su tipiniais litologiniais-genetiniais pjūviais) žemėlapiai. Parašytas žemėlapių komplekto aiškinamasis raštas.

Paskutiniiais metais geologinio turinio žemėlapių pagrindu pradėjus naudoti LIDAR'o duomenis, padidėjo minėtų žemėlapių detalumas ir tikslumas, ypač miškais apaugusių plotų, kur vien tik iš aerofotonuotraukų būtų sunku nustatyti skirtingos litologinės sudėties nuogulų išplitimo plotus.

Žemėlapiams sudaryti buvo dešifruotos stambaus mastelio aerofotonuotraukos, atlikti lauko geologiniai-geomorfologiniai maršrutai, kurių metu aprašyti 908 stebėjimo taškai, iškasta 25 šurfai. Iš šurfų buvo paimti mėginiai granulometrinei analizei, skirtai paviršinių nuogulų litologijai patikslinti.

Prienų ir Stakliškių plotų kvartero geologiniuose žemėlapiuose pavaizduota po dirvožemiu slūgsančių nuogulų ir nuosėdų išplitimas, amžius, kilmė ir litologinė sudėtis. Prienų žemėlapi

In the period from 2018 to 2020, the spatial geological mapping of the Prienai and Stakliškės areas (622,7 sq km) was carried out at a scale 1:50 000. On the basis of the material collected in the course of mapping, the geological (with geological cross-section) and geomorphological maps of the Quaternary deposits as well as maps of factual data and lithomorphogenetic zoning (with standard lithological-genetic sections), were drawn at a scale 1:50 000. The set of maps is supplemented with an explanatory note.

The mapping resolution and precision has increased considerably during the last years when the LIDAR data has been complemented. It especially concerns the forested areas where boundaries of variable lithologies were difficult to discern on aerial photos.

The compilation of maps was based on the aerial photo interpretation and field observations in 908 points (to a depth of 1.2 m), including 25 holes. Samples for granulometric analysis were taken to specify the surface sediments lithology.

The Quaternary geological maps of the Prienai and Stakliškės areas outline the sediments and deposits occurring under the soil, their distribution, age, origin and lithology. The geological structure of the Quaternary in the Prienai area is represented in the complementary geological cross-section. The geomorphological maps represent the origin, age and morphosculpture of the relief of the Prienai and Stakliškės areas. The mapped area of the Prienai is divided into two lithomorphogenetic districts, which are subdivid-

papildo geologinis pjūvis, kuris vaizduoja kvartero storymės nuogulų ir nuosėdų slūgsojimo sąlygas. Geomorfologiniuose žemėlapiuose vaizduojama Prienų ir Stakliškių plotų reljefo kilmė, amžius ir formų įvairovė. Litomorfogenetinio rajonavimo žemėlapyje Prienų kartografuotas plotas padalytas į du rajonus, kurie suskirstyti į vienuolika mikrorajonų. Stakliškių plotas taip pat padalytas į du rajonus, jie suskirstyti į aštuonis mikrorajonus. Prienų plote pagal dviejų giliųjų kartografinių ir kitos paskirties gręžinių duomenis kvartero nuogulų storis kinta nuo 28 metrų (Jiesios slėnyje) iki 150 metrų. Stakliškių plote storiausia kvartero nuogulų danga – 195 metrų – nustatyta paleoįdauboje piečiau Stakliškių vietovės, ploniausia – 48 metrai. Vyraujantis kvartero nuogulų storis tiek Prienų, tiek Stakliškių plote yra 70–80 metrų.

Pleistoceno nuogulos suskirstytos į vidurinio pleistoceno Dzūkijos, Dainavos, Žeimenos ir viršutinio pleistoceno Viršutinio Nemuno svitas. Žeimenos svita suskirstyta į Žemaitijos ir Medininkų posvites. Holoceno dariniai detaliau nesuskirstyti. Visų stratigrafinių vienetų nuogulos ir nuosėdos suskirstytos į genetinius tipus, o dalis paviršiuje slūgsančių – ir į genetinius potipius. Kartografuoto Prienų ploto paviršiuje identifiukuoti Viršutinio Nemuno svitos glacialiniai ledyno pakraščio dariniai ir pagrindinės morenos nuogulos, fluvio-glacialinės viduledyninės ir keimų nuogulos, limnoglacialinės viduledyninės, keimų ir keiminių terasų nuosėdos, fluvio-glacialinės prieledyninės, terasų ir deltų nuogulos, limnoglacialinės prieledyninės nuosėdos (1 pav.).

Kartografuoto Stakliškių ploto paviršiuje nustatyti Viršutinio Nemuno svitos glacialiniai ir fluvio-glacialiniai ledyno pakraščio dariniai bei pagrindinės morenos nuogulos, fluvio-glacialinės viduledyninės, keimų, keiminių terasų ir ozų nuogulos, limnoglacialinės viduledyninės, keimų ir keiminių terasų nuosėdos, fluvio-glacialinės prieledyninės ir terasų nuogulos, limnoglacialinės prieledyninės nuosėdos. Stakliškių ploto šiaurės rytinėje dalyje identifiukuoti paskutiniojo apledėjimo Grūdės stadijos dariniai. Abiejų Prienų ir Stakliškių plotų kvartero geologiniuose žemėlapiuose parodytas vėlyvojo ledynmečio ir holoceno laikotarpio – aliuvinių, proliuvinių, limninių,

ed into eleven microdistricts, in the lithomorphogenetic zoning map. The mapped area of the Stakliškės is divided into two lithomorphogenetic districts, which are subdivided into eight microdistricts, in the lithomorphogenetic zoning map.

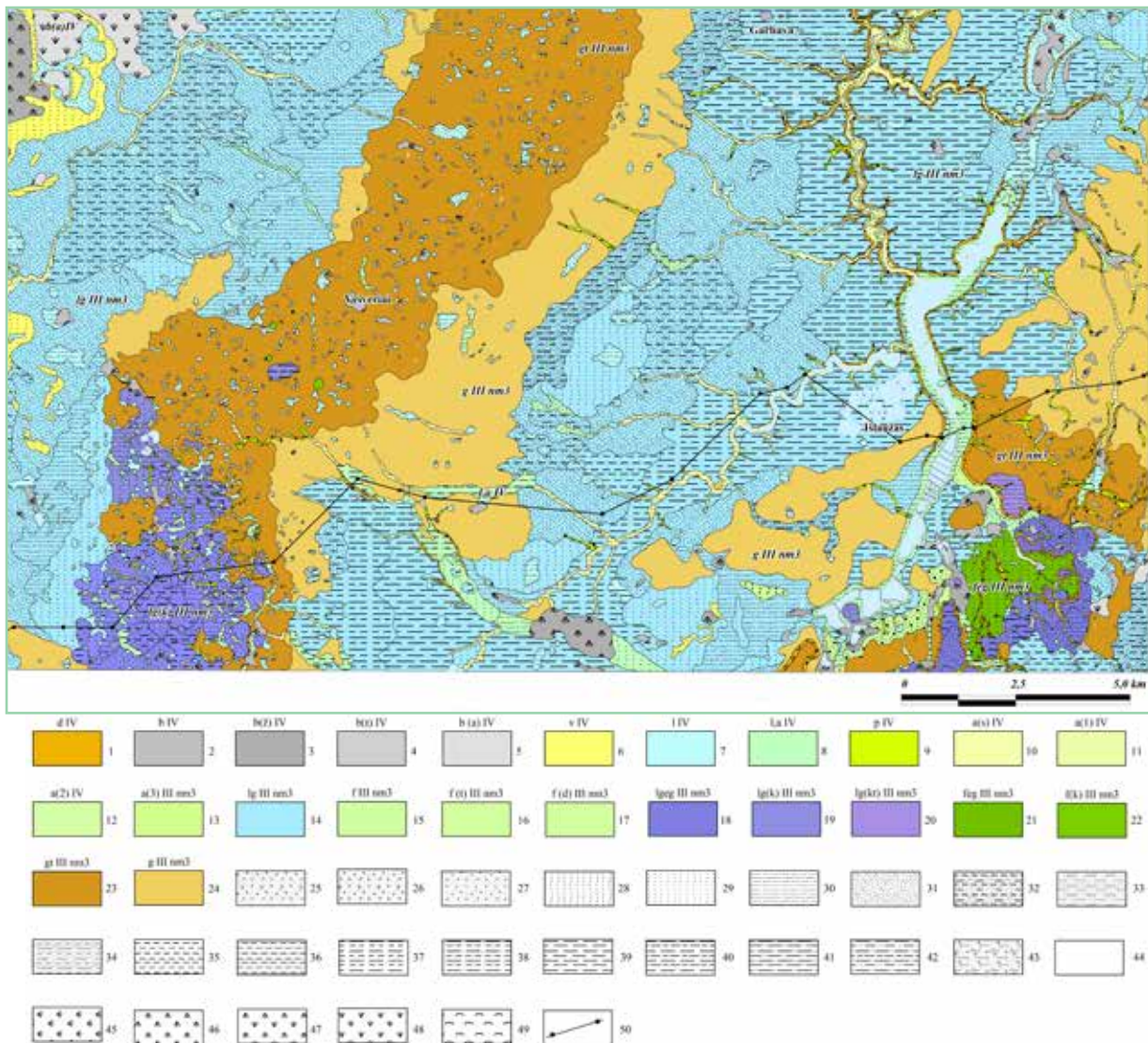
As revealed by the two deep drillings for mapping purposes and other drillings in the Prienai study area, the thickness of the Quaternary deposits strata varies from 28 m (Jiesia valley) to 150 m. In the Stakliškės study area the thickness varies from 48 m to 195 m. The dominant thickness of the Quaternary stratum in the both, Prienai and Stakliškės, areas is 70–80 m.

The Pleistocene deposits are subdivided into the Dzūkija, Dainava, Žeimena (Middle Pleistocene) and Upper Nemunas (Upper Pleistocene) formations. The Žeimena Formation is subdivided into Žemaitija and Medininkai subformations. The Holocene deposits are not subdivided stratigraphically. All deposits and sediments of stratigraphic units are subdivided into genetic types and surface deposits into genetic sub-types.

The Quaternary cover is composed of deposits of different origin, with glacial deposits prevailing. Ice marginal and basal till as well as deposits of englacial glaciofluvial, kame and glaciofluvial delta and terraces, englacial glaciolacustrine, kame, kame terraces and glaciolacustrine sediments of the Last Glaciation were found to cover the surface of the mapped Prienai area. The Holocene fluvial, proluvial, lacustrine, eolian, bog and deluvial deposits are the youngest in the study area (Fig. 1.).

The relief of the Prienai and Stakliškės areas was formed by the glacier of the Late Nemunas glaciation and its melt water. The 3-rd, 2-nd, and 1-st terraces above flood plain and flood plain terraces were formed in the late glacial and Holocene periods. The surface was transformed by different geological processes: aeolian, glaciokarst, biogenic sediments formation, slopes gravitational processes, hydrographic set development, etc.

The geomorphological map of the Prienai area reflects the differences in the geomorpho-



1 pav. Prienų ploto kvartero geologinis žemėlapis

Legenda. Stratigrafija ir genezė. Holocenas ir vėlyvasis ledynmetis:
 1 – deliuviniai dariniai, 2 – biogeninės (nenustatyto tipo pelkių) nuogulos, 3 – biogeninės (žemapelkių) nuogulos, 4 – biogeninės (tarpinio tipo pelkių) nuogulos, 5 – biogeninės (aukštapelkių) nuogulos, 6 – eoliniai dariniai, 7 – limninės nuosėdos, 8 – limninės-aluvinės nuogulos, 9 – proliuvinės nuogulos, 10 – aluvinės salpinės terasos nuogulos, 11 – aluvinės I viršsalpinės terasos nuogulos, 12 – aluvinės II viršsalpinės terasos nuogulos, 13 – aluvinės III viršsalpinės terasos nuogulos;
Viršūtinis pleistocenas: 14 – limnoglacialinės priledyninės nuosėdos, 15 – fluvioglacialinės nuogulos, 16 – fluvioglacialinės terasų nuogulos, 17 – fluvioglacialinės deltų nuogulos, 18 – limnoglacialinės vidule-dyninės nuosėdos, 19 – limnoglacialinės keimų nuosėdos, 20 – limnoglacialinės keiminių terasų nuosėdos, 21 – fluvioglacialinės vidule-dyninės nuogulos, 22 – fluvioglacialinės keimų nuogulos, 23 – glacialiniai ledyno pakraščio dariniai, 24 – glacialinės pagrindinės morenos nuogulos. Litologija: 25 – žvirgždingas smėlis, 26 – smėlis su žvirgždu, 27 – įvairus smėlis, 28 – vidutinis smėlis, 29 – smulkus smėlis, 30 – smulkus-smulkutis smėlis, 31 – smulkutis smėlis, 32 – aleuritingas smėlis, 33 – molingas smėlis, 34 – aleuritingas-molingas smėlis, 35 – aleuritas, 36 – smėlingas aleuritas, 37 – molingas aleuritas, 38 – molingas-smėlingas aleuritas, 39 – molis, 40 – aleuritinis molis, 41 – smėlingas molis, 42 – aleuritingas-smėlingas molis, 43 – molingas su retu žvirgždu smėlis, 44 – moreninis priemolis, priesmėlis, 45 – nenustatyto tipo pelkių durpės, 46 – žemapelkių durpės, 47 – tarpinio tipo pelkių durpės, 48 – žemapelkių durpės, 49 – sapropelis; 50 – geologinio pjūvio vieta.

Fig. 1. Quaternary geological map of Prienai area

Legend. Stratigraphy and genesis. Holocene and Late Glacial: 1 – deluvial deposits, 2 – deposits of bog, 3 – deposits of fens, 4 – deposits of transitional bog, 5 – deposits of raised bog, 6 – eolian deposits, 7 – lacustrine sediments, 8 – lacustrine-alluvial deposits, 9 – proluvial deposits, 10 – flood plain deposits, 11 – deposits of I-st terrace above flood plain, 12 – deposits of II-nd terrace above flood plain, 13 – deposits of III-rd terrace above flood plain; **Upper Pleistocene:** 14 – glaciolacustrine sediments, 15 – glaciofluvial deposits, 16 – deposits of glaciofluvial terraces, 17 – glaciofluvial delta deposits, 18 – englacial glaciolacustrine sediments, 19 – glaciolacustrine sediments of kame, 20 – glaciolacustrine sediments of kame terraces, 21 – englacial glaciofluvial deposits, 22 – glaciofluvial deposits of kame, 23 – ice-marginal till, 24 – basal till. Lithological symbols: 25 – gravel size sediments, 26 – sand with gravel, 27 – various grained sand, 28 – medium grained sand, 29 – fine grained sand, 30 – fine and very fine grained sand, 31 – very fine grained sand, 32 – silty sand, 33 – clayey sand, 34 – silty-clayey sand, 35 – silt, 36 – sandy silt, 37 – clayey silt, 38 – sandy-clayey silt, 39 – clay, 40 – silty clay, 41 – sandy clay, 42 – silty-sandy clay, 43 – clayey sand with gravel, 44 – glacial loam, 45 – peat (type not identified), 46 – peat of fens, 47 – peat of transition bog, 48 – peat of raised bog, 49 – sapropel; 50 – line of the geological-section.

nesuskirstytų limninių-aliovinių, eolinių, biogeninių ir deliuvinių nuogulų ir nuosėdų išplitimas.

Prienu ir Stakliškių plotų reljefą suformavo Vėlyvojo Nemuno ledynas bei jo tirpsmo vanduo. Vėlyvojo ledynmečio ir holoceno laikotarpiu formavosi III, II, I viršsalpinės ir salpinės terasos. Dalis reljefo suformuota ir performuota poledynmečio egzogeninių procesų metu. Lėdyninį reljefą iš dalies pakeitė ir vėliau vykę įvairūs geologiniai procesai: glaciokarstas, pelkėdara, eoliniai ir šlaitų gravitaciniai procesai, upių tinklo formavimasis ir kt.

Prienu ploto geomorfologiniame žemėlapyje atspindėti Veiverių ir Šilavoto kalvagūbrių bei Jūros–Šešupės ir Kauno–Kaišiadorių limnoglacialinių lygumų geomorfologijos skirtumai.

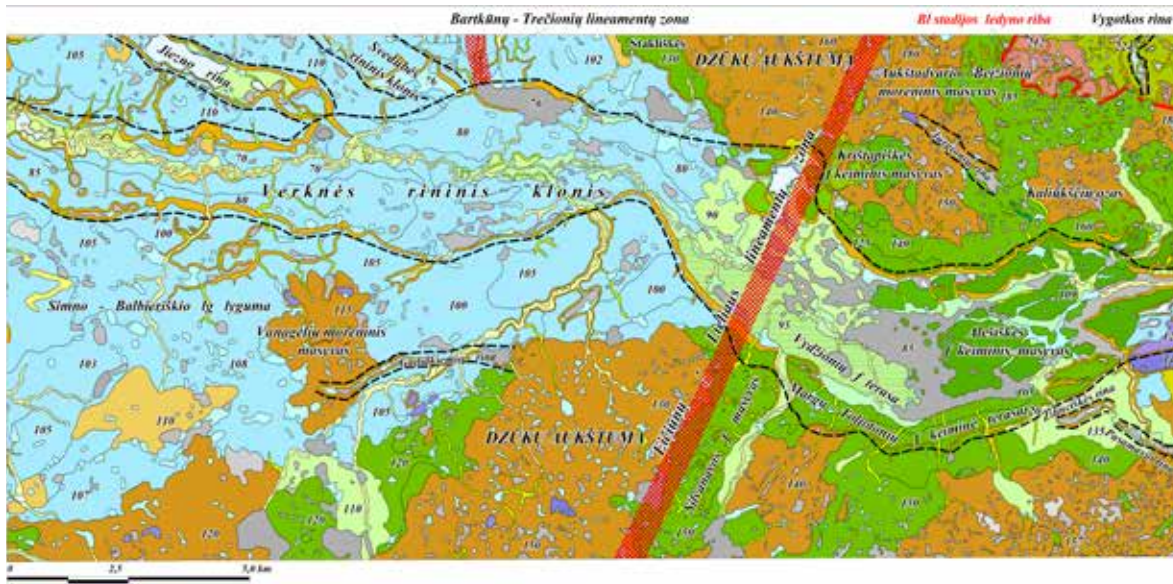
Sugretinus Prienu ploto pokvartero paviršiaus reljefo žemėlapi su kvartero geologiniu ir geomorfologiniu žemėlapiais matomas tiesioginis paviršiaus reljefo formų ir pagrindo uolienų pakopų bei pakilimų ryšys. Pokvartero paviršiaus pakilumos sietinos su ledyno pakraščio lokalizacija ir ledyninių nuogulų akumuliacija, t. y. su Veiverių ir Šilavoto gūbrių susidarymu. Paleoįrėžį pokvartero reljefe dabartiniame paviršiuje atkartoja Šventupės rina.

Kartografuotoje Stakliškių ploto teritorijoje akivaizdžiai skiriasi reljefo makroformos: Dzūkų aukštuma ir Simno–Balbieriškio limnoglacialinė lyguma, kurios susidarė skirtingoje ledyninės sedimentacijos aplinkoje. Taip pat išryškėjo paviršinių reljefo formų ir prekvartero uolienų struktūrų ryšys. Verknės rininis klonis sutampa su paleoįrėžiu pokvartero reljefe. Pusė kartografuoto ploto yra Dzūkų aukštumoje, kita pusė – Simno–Balbieriškio limnoglacialinėje lygumoje. Dabartiniame reljefe itin ryškus 3–3,5 km pločio Verknės rininis klonis per visą Stakliškių darbų plotą iš rytų į vakarus nutįsęs 25 km, įsiterpęs į Dzūkų aukštumą ir dalyjantis aukštumą į šiaurinę ir pietinę dalis. Aukštesniojoje šiaurinėje dalyje kartografuotas sudėtingas ir išraiškingas ledyno pakraščio reljefas, absoliučiojo aukščio žymos siekia 220 metrų. Čia aptiktas dar nesuniokotas 500 m ilgio Keliūkščių ozas, jo tįsa perskirta fliuvioglacialinio žiedinio pylimo, juosiančio nedidelę 40 m skersmens užpelkėju-

logy of the Veiveriai and Šilavotas ridges and the Jūra–Šešupė and Kaunas–Kaišiadorys glaciolacustrine plains.

Comparing the sub-Quaternary surface relief map with the Quaternary geological and geomorphological maps of Prienai area, a direct relationship is observed between the surface relief forms and the bedrock steps and elevations. The sub-Quaternary surface elevations are related to the location of the glacial edge and accumulation of glacial deposits, i.e. with the formation of Veiveriai and Šilavotas ridges. The Šventupis subglacial tunnel valley is located above the paleo-subglacial tunnel valley in the pre-Quaternary relief.

In the mapped area of Stakliškės, the relief macroforms are obviously different: Dzūkų Upland and Simnas-Balbieriškis glaciolacustrine plain, which were formed in different glacial sedimentation environments. The relation between the sub-Quaternary surface and the present relief is one of the most evident. The Verknė subglacial tunnel valley is located above the paleo-subglacial tunnel valley in the pre-Quaternary relief. In the Stakliškės study area, the Verknė tunnel valley is 25 km long and 3–3.5 km wide. Without the Verknė tunnel valley the study area is crosscut by 7 small subglacial tunnel valleys. Half of the mapped area is in the Dzūkų Upland, the other half is in the Simnas-Balbieriškis glaciolacustrine plain. The Verknė tunnel valley intervenes in the Dzūkai Upland and divides the Upland into the northern and southern parts. In the upper northern part, the complex and expressive relief of the glacial edge is mapped, the absolute height marks reach 220 m. An unspoiled 500 m long Keliūkščiai esker has been discovered here, and its continuation is divided by a glaciofluvial ring-shaped ridge, which surrounds a small 40 m in diameter glacial-karstic hole. Meanwhile, in the lower southern part of the Dzūkai Upland, only single hills rise to an absolute height of 160 m. The Verknė tunnel valley, crossing the Dzūkai Upland, drops into the current relief by 50–60 meters. An expressive glaciofluvial kame massif of Alešiškės was formed in the dead ice cavities at the bottom of the tunnel valley. The Eičiūnai–Lieliūs linea-



2 pav. Meridianinės krypties Eičiūnų–Lieliaus lineamentų zona Stakliškių plote ir jos santykis su pagrindinėmis geomorfologinėmis formomis ir jų kompleksais.

Fig. 2. Lineaments zone of the meridian trend Eičiūnai–Lieliaus in the Stakliškės area and its relation with the main geomorphological forms and their complexes.

sią glaciokarstinę dubę. Tuo tarpu žemesniojoje Dzūkų aukštumos pietinėje dalyje tik pavienės kalvos pakyla iki 160 m absoliučiojo aukščio. Verknės rėnis, kirsdamas Dzūkų aukštumą, dabartiniame reljefe įsigilina 50–60 metrų. Klonio dugne negyvo ledo ertmėse susiformavo išraiškingas Aleiškės fluvioglacialinis keiminis masyvas. Stakliškių plote matoma submeridianinės krypties Eičiūnų–Lieliaus lineamentų zona brėžiama Silvanavos fluvioglacialinio masyvo vakariniu pakraščiu, kerta Verknės rėinį klonį, šalia Kriščiškės viduledyninių darinių masyvo toliau į šiaurę iki Sienakalnio, esančio greta darbų ploto šiaurinės ribos. Reljefo charakteris Stakliškių plote skirtingas vakarinėje ir rytinėje pusėse nuo lineamentų zonos. Be Verknės rėinio klonio, Stakliškių ploto teritorijoje aptikta eilė 1,0–1,5 km ilgio rėnių: Jiezo, Gailiakio, Jurgionių, Vygotos, Žilinciškės ir Pasamavio rėniai bei Svedubės rėinis klonis (2 pav.).

Kartografuotuose Prienų ir Stakliškių plotuose išskirti prognoziniai naudingųjų iškasenų plotai. Sudarytuose žemėlapiuose matoma kartografuotų teritorijų kvartero nuogulų storėms viršutinės dalies geologinė sandara, kuri yra svarbus tolesnių hidrogeologinių, inžinerinių geologinių, ekogeologinių tyrimų ir naudingųjų iškasenų paieškos pagrindas.

Ataskaitos dokumentai saugomi LGT geologijos fonde. ◆

ments zone is visible on the Quaternary geological and geomorphological maps of the Stakliškės area. The terrain character of the study area is clearly different on the western and eastern sides of the lineaments zone (Fig. 2).

Prognostic areas of the mineral resources were discovered in the mapped area.

The set of geological maps provides important information on the geological structure of the Quaternary cover in the mapped area and serves as a basis for further hydrogeological, engineering and ecogeological mapping and prospecting of mineral resources.

The report is stored at the geological archive of the Lithuanian Geological Survey. ◆



Erdvinis geologinis kvartero darinių kartografavimas M 1:50 000 Skaudvilės plote

Spatial geological mapping of the Quaternary strata in the Skaudvile area, at a scale of 1:50 000

A. Damušytė, Lietuvos geologijos tarnyba

Valstybinių geologinių tyrimų programoje „Geoenergetika ir saugi aplinka“ numatytas kvartero nuogulų „Erdvinis geologinis kartografavimas 1:50 000 masteliu Skaudvilės plote“ buvo baigtas 2020 metais. Kartografuota 622,5 km² ploto (BKS-94 topografinis lapas 2213). Sudaryti valstybiniai kartografiniai dokumentai 1:50 000 masteliu: kvartero geologinis (su geologiniais pjūviais) ir geomorfologinis žemėlapiai. Taip pat sudaryti faktinės medžiagos ir litomorfogenetinio rajonavimo žemėlapiai, parengtas žemėlapių komplekto aiškinamasis raštas.

Stambaus mastelio aerofotonuotraukų dešifravimo ir LGT GF sukauptos geologinės medžiagos analizės pagrindu sudaryti žemėlapiai buvo papildyti lauko darbų metu surinkta geologine informacija. Lauko geologinių-geomorfologinių maršrutų metu buvo išgręžti ir aprašyti 529 gręžiniai ir prakasos, 4 atodangos ir 7 karjerų sienelės, paimti mėginiai nuogulų granulometriškai sudėčiai nustatyti.

Kartografuoto ploto teritorijoje yra trys ryškūs orografiniai vienetai: šiaurinėje dalyje Žemaičių–Kuršo srities Vakarų Žemaičių plynaukštės ir Vidurio Žemaičių aukštumos pakraščiai, o pietinėje – Pabaltijo žemumų srities Nemuno žemupio Karšuvos lyguma.

Seniau išgręžtų kartografinių ir kitokios geologinės paskirties gręžinių duomenimis, kvartero nuogulų storis kartografuotoje teritorijoje kinta nuo 28 iki 180 metrų (vyraujantis storis šiaurinėje ploto dalyje 130–140 m, centrinėje – 70–

Spatial geological mapping at a scale 1:50 000 in the Skaudvilė area was finished in 2020. A set of geological maps at a scale 1:50 000 was compiled for an area of 622.5 sq km.

The compilation of geological and geomorphological maps was based on the aerial photo interpretation, field observations (handmade drillings and excavations), and laboratory investigations.

There are three distinct orographic units in the territory of the mapped area: in the northern part of the Žemaičiai-Kuršas Region, the Western Žemaičiai Plateau and the edges of the Middle Žemaičiai Uplands, and in the southern part, the Lower Nemunas Karšuva Plain.

According to the data of older cartographic and other geological boreholes, the thickness of the Quaternary sediments in the mapped area varies from 28 to 180 meters (the predominant thickness in the northern part of the area is 130–140 m, in the central part – 70–90 m, in the southern part – 40–50 m). The thickest Quaternary sedimentary cover is in the northern part of the mapped area, and the thickness of the Quaternary sedimentary layer is the smallest in the glaciolacustrine basin area. Glacial deposits predominate in the Quaternary sedimentary column.

The geological structure of the Quaternary are represented by the Middle Pleistocene (Dzūkija, Dainava and Žeimena formations) and Upper Pleistocene (Upper Nemunas formation) depos-



90 m, pietinėje – 40–50 m). Storiausia kvartero nuogulų danga yra šiaurinėje kartografuoto ploto dalyje, o priedyninio limnoglacialinio baseino areale kvartero nuosėdų sluoksnio storis yra mažiausias. Kvartero nuogulų storumėje vyrauja glacialinės nuogulos.

Kvartero storumę Skaudvilės plote sudaro vidurinio pleistoceno Dzūkijos ir Dainavos svitų, Žeimenos svitos Žemaitijos ir Medininkų posvičių bei viršutinio pleistoceno Viršutinio Nemuno svitos glacialinės, fluvio-glacialinės bei limnoglacialinės nuogulos ir nuosėdos, vietomis užklotos nestora holoceno nuosėdų / nuogulų danga. Kvartero storumės geologinė sandara iliustruota trimis geologiniais-litologiniais pjūviais.

Kartografuotos teritorijos reljefą suformavo paskutinysis – Nemuno – ledynas. Šiaurinėje teritorijos dalyje kartografuoti ledyno pakraštiniai glacialiniai, fluvio-glacialiniai ir limnoglacialiniai dariniai, keiminių terasų, keimų ir ozų nuogulos, o centrinėje ir pietinėje dalyse – patvenkto priedyninio baseino nuosėdos. Visame plote fragmentiškai kartografuotos ir holoceno limninės, fluvialinės, biogeninės, soliflukcinės-deliuvinės ir deliuvinės nuogulos. Visi šie dariniai parodyti geologiniame žemėlapyje (pav.).

Geomorfologiniame žemėlapyje pavaizduota kartografuoto ploto reljefo kilmė ir amžius: nuo išraiškingo įvairiaformio ledyno pakraščio reljefo, su jam būdingomis įvairaus aukščio stačiašlaitėmis kalvomis, keimais, keiminėmis terasomis, kloniais, ledyno kontakto šlaitais, iki plokščios limnoglacialinės smėlėtos ar molingos lygumos, kur ne kur perskrostos ledyno tirpsmo vandenių išgraužtais slėniais.

Litomorfogenetinio rajonavimo žemėlapyje kartografuota teritorija padalyta į keturis rajonus: Pabaltijo žemumų srities Nemuno žemupio lygumos (šio rajono išskirti trys mikrorajonai), Žemaičių–Kuršo srities Vakarų Žemaičių plynaukštės (išskirtas vienas šio rajono mikrorajonas), Žemaičių–Kuršo srities Vidurio Žemaičių aukštumos (čia išskirti trys mikrorajonai) ir Žemaičių–Kuršo srities Rytų Žemaičių plynaukštės (rajone išskirtas vienas mikrorajonas).

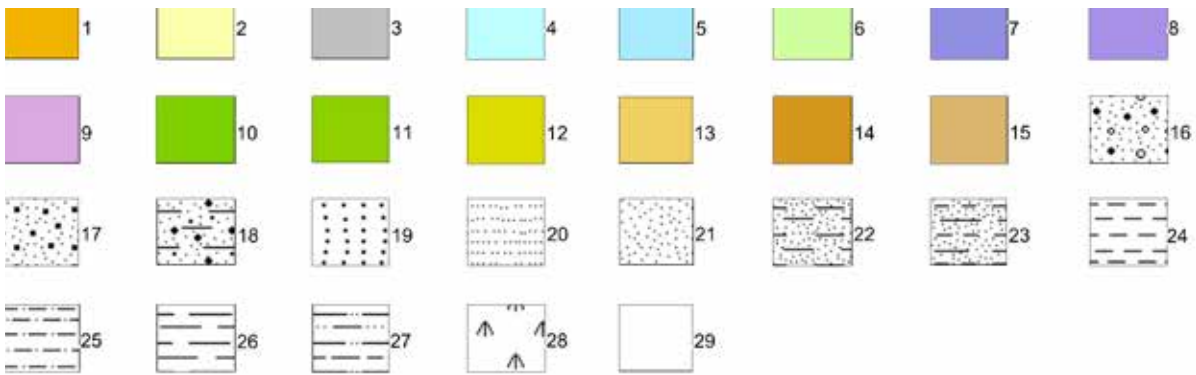
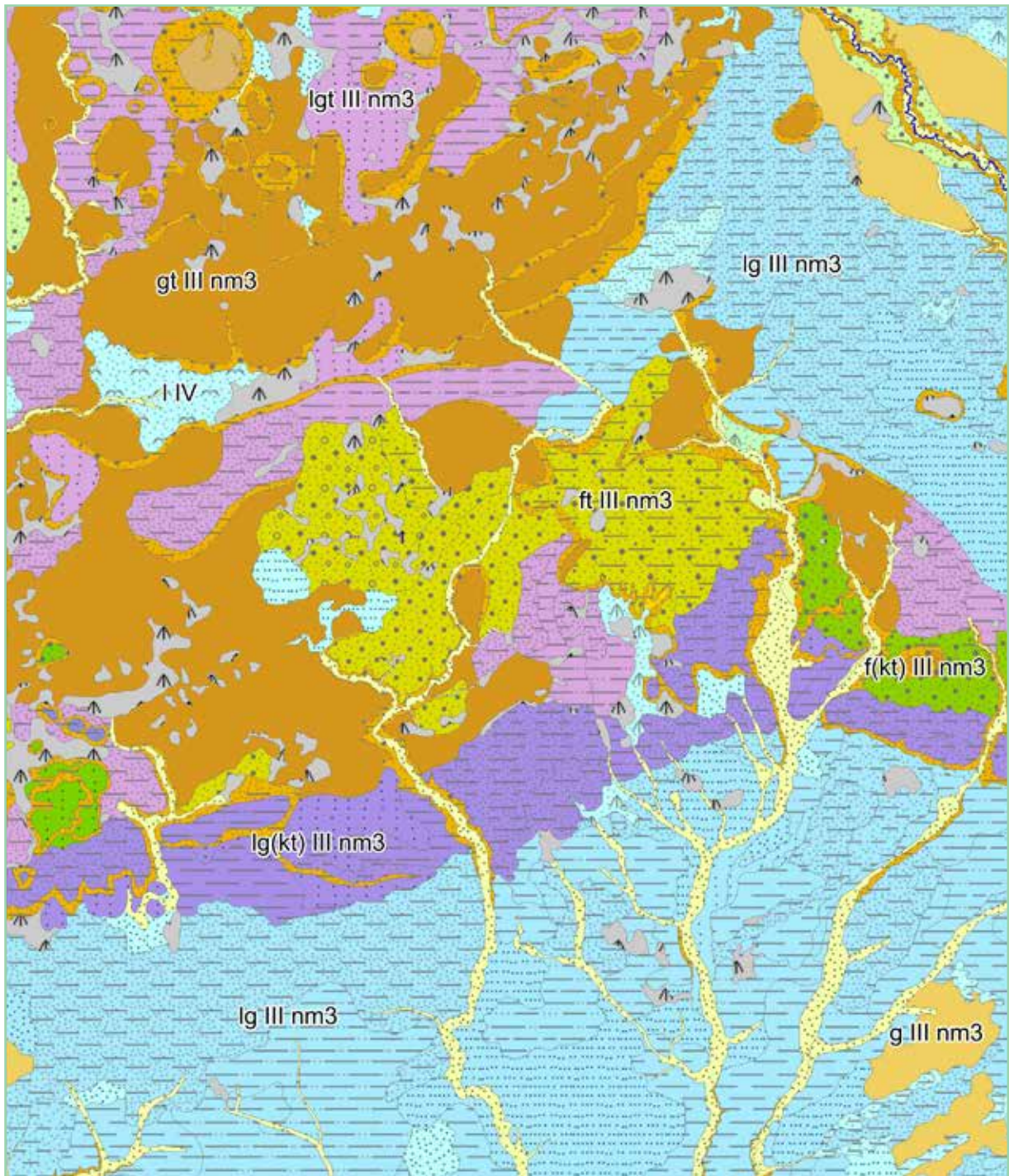
its. The Holocene deposits are not dominating in the mapped area. This geological structure is represented in three geological cross-sections.

The relief of the mapped territory was formed by the last one – Nemunas Glacier. In the northern part of the territory glacial, glaciofluvial and glaciolacustrine formations of the glacier, sediments of kame terraces, kames and eskers were mapped, and in the central and southern parts – sediments of the glaciolacustrine plain glacial basin. Holocene limnic, fluvial, biogenic, solifluxic-deluvial and deluvial deposits were also fragmentarily mapped throughout the area. All these formations are shown on the geological map (Fig.).

The geomorphological map shows the origin and age of the mapped terrain: from the expressive relief of the various glacial edges, with its characteristic steep hills of various heights, kames, kame terraces, glaciofluvial valleys, ice contact poles, to the flat glaciolacustrine sandy or clayey plain.

The area mapped on the lithomorphogenetic zoning map is divided into four districts: Lower Nemunas Plain, Western Žemaičiai Plateau, Middle Žemaičiai Upland, Eastern Žemaičiai Plateau.

The compiled geological maps reflect the geological structure of the upper part of the Quaternary sedimentary layer of the region and can serve as a basis for applied and scientific investigations. ◆



Geologinio žemėlapio fragmentas. | A part of the geological map.

**Sutartiniai ženklai:****Holocenas:**

1 – Soliflukciniai soliflukciniai-deliuviniai dariniai, 2 – aliuvinės nuogulos, 3 – biogeninės nuogulos, 4 – limninės nuosėdos.

Vėlyvasis ledynmetis:

5 – limnoglacialinės priedėdinės nuosėdos, 6 – fluvio-glacialinės priedėdinės nuosėdos, 7 – limnoglacialinės keimų nuosėdos, 8 – limnoglacialinės keiminių terasų nuosėdos, 9 – limnoglacialinės ledyno pakraščio nuosėdos, 10 – fluvio-glacialinės keimų nuogulos, 11 – fluvio-glacialinės keiminių terasų nuogulos, 12 – fluvio-glacialinės ledyno pakraščio nuogulos, 13 – glacialinės pagrindinės morenos nuogulos, 14 – glacialiniai ledyno pakraščio dariniai, 15 – glacialinės abliacinės morenos nuogulos.

Litologija:

16 – žvirgždingas smėlis, 17 – įvairus smėlis įvairus, 18 – molingas smėlis molingas su retu žvirgždu, 19 – vidutinis smėlis vidutinis, 20 – smėlis smulkus smėlis, 21 – smėlis smulkutis smėlis, 22 – smėlis molingas smėlis, 23 – smėlis aleuritingas-molingas smėlis, 24 – aleuritas, 25 – aleuritas smėlingas aleuritas, 26 – molis, 27 – molis aleuritingas-smėlingas molis, 28 – žemapelkių durpės, 29 – moreninis priesmėlis, priemolis.

Legend:**Holocene:**

1 – Solifluction-deluvial deposits, 2 – alluvial deposits, 3 – bog deposits, 4 – lacustrine deposits.

Last Glaciation:

5 – glaciolacustrine deposits, 6 – glaciofluvial deposits, 7 – glaciolacustrine kame deposits, 8 – glaciolacustrine kame terraces deposits, 9 – glaciolacustrine ice marginal deposits, 10 – glaciofluvial kame deposits, 11 – glaciofluvial kame terraces deposits, 12 – glaciofluvial ice marginal deposits, 13 – basal till, 14 – deposits of ice marginal formations, 15 – englacial deposits.

Lithology:

16 – gravel size sediments, 17 – various grained sand, 18 – clayey sand with gravel, 19 – medium grained sand, 20 – fine grained sand, 21 – very fine grained sand, 22 – clayey sand, 23 – silty-clayey sand, 24 – silt, 25 – sandy silt, 26 – clay, 27 – silty-sandy clay, 28 – peat of fens, 29 – till.

Sudaryti geologiniai žemėlapiai atspindi regiono kvartero nuogulų stovymą viršutinės dalies geologinę sandarą, yra praktinių taikomųjų ir mokslinių geologinių tyrimų pagrindas. ◆



Kauno marių kranto zonos geologinis kartografavimas M 1:10 000

Geological mapping of
Kaunas Reservoir shore
area at a scale 1:10 000

D. Karmazienė, Lietuvos geologijos tarnyba

Vykdamas Valstybinių geologinių tyrimų programos „Geoenergetika ir saugi aplinka“ dalį „Erdvinis geologinis kartografavimas“, 2019–2020 metais buvo atliekama projekto „Kauno marių akvatorijos ir kranto zonos geologinis kartografavimas M:10 000“ dalis „Kauno marių kranto zonos geologinis kartografavimas M:10 000“. Pirma darbu etape numatyta sudaryti 1:10 000 mastelio šešių nomenklatūrinių topografinių lapų teritorijos kvartero geologinį žemėlapi. Numatytas kartografavimo plotas sudarytų 278,1 km² dabar kartografuota 167,1 km². Šiuo metu sudarytas ne šešių, o devynių topografinių lapų teritorijos M:10 000 kvartero geologinis žemėlapis. Parašytas žemėlapių komplekto aiškinamasis raštas.

Paskutiniaisiais metais geologinio turinio žemėlapių pagrindu pradėjus naudoti LIDAR'o duomenis, padidėjo minėtų žemėlapių detalumas ir tikslumas, ypač miškais apaugusių plotų, kur vien tik iš aerofotonuotraukų būtų sunku nustatyti skirtingos litologinės sudėties nuogulų išplitimo plotus.

Kauno marios – didžiausia Lietuvos dirbtinė vandens saugykla, atsiradusi 1959 metais, patvenkus Nemuną aukščiau Kauno. Marių paviršiaus plotas – 63,2 km², vandens tūris – 0,462 km³. Šio didelio antropogeninio komplekso jautriausia dalis yra aktyvi vandens ir sausumos sąlyčio zona – krantai, kurių bendras ilgis apie 200 km. Čia nenutrūkstamai vyksta egzogeniniai ir geomorfologiniai procesai: abrazija, medžiagų išnešimas ir akumuliacija. Medžiaginė sudėtis ypač lemia kranto profilio formavimąsi, nes susidaro skirtingi krantų tipai.

In 2019–2020, the geological mapping of the areas of the Kaunas Reservoir shore area was carried out at a scale 1:10 000. The intended mapping area was 278,1 sq. km, the currently mapped area covers 167,1 sq. km. On the basis of the material collected in the course of mapping, the geological map of the Quaternary deposits was drawn at a scale 1:10 000. The map is supplemented with an explanatory note.

The mapping resolution and precision has increased considerably during the last years with the use of the LIDAR data. It is especially relevant in respect of the forested areas where boundaries of variable lithologies were difficult to discern on aerial photos.

The Kaunas Reservoir is the largest artificial water reservoir in Lithuania, which appeared in 1959 when the Nemunas River was dammed up upstream from Kaunas. The surface area of the lagoon is 63.2 sq. km, the water volume is 0.462 cubic meters. The most sensitive part of this large anthropogenic complex is the active water-land contact zone – shores with a total length of about 200 km. Exogenous-geomorphological processes take place here continuously: abrasion, removal of substances and accumulation. The material composition in particular determines the formation of the shore profile, as different shore types are formed.

The basis of abrasion and accumulation in the Kaunas Reservoir is the dynamic state of water: namely, fluctuations in the water level of the Reservoir, waves, surface and deep currents. All



Kauno mariose vykstančios abrazijs ir akumuliacijos pagrindas yra vandens dinaminė būklė: būtent marių vandens lygio svyravimas, bangavimas, paviršinės ir giluminės srovės. Visa tai lemia vyraujančių vėjų kryptys, priklausančios nuo marių krantų konfiguracijos.

Vandens ir sausumos sąlyčio zonoje minėti procesai vyksta vienu metu, todėl formuojasi lygiagrečiai viršvandeniniai ir povandeniniai naujadarai – atodangos ir atabradai. Atodangų geodinaminė būseną tiesiogiai priklauso nuo vidinės jų sandaros, todėl ir būtina tirti Kauno marių kranto zonos nuogulus ir nuosėdas.

Projekto tikslas buvo kartografuojamame plote ištirti ir grafiškai pavaizduoti viršutinės kvartero stromės dalies sandarą: nuogulų ir nuosėdų litologinę sudėtį, jų kilmę ir amžių, slūgsojimo sąlygas ir išplitimo ribas 1:10 000 masteliu.

Žemėlapiams sudaryti buvo dešifruotos stambaus mastelio aerofotonuotraukos, atlikti lauko geologiniai-geomorfologiniai maršrutai. Kauno marių kranto zonos ploto kvartero geologiniame žemėlapyje pavaizduota po dirvožemiu slūgsančių nuogulų ir nuosėdų išplitimas, amžius, kilmė ir litologinė sudėtis.

Kartografuoto ploto paviršiuje identifikuoti Viršutinio Nemuno svitos glacialiniai ledyno pakraščio ir abliacinės morenos dariniai bei pagrindinės morenos nuogulos, fliuvioglacialinės viduledyninės, keimų, keiminių terasų ir ozų nuogulos bei fliuvioglacialinės prieledyninės, terasų ir deltų nuogulos, limnoglacialinės prieledyninės nuosėdos. Žemėlapyje parodyta vėlyvojo ledynmečio ir holoceno laikotarpio – aliuvinių, proliuvinių, limninių, eolinių, biogeninių ir deliuvinių nuogulų bei nuosėdų išplitimas (pav.).

Sudarytame žemėlapyje matoma kartografuotos teritorijos kvartero nuogulų stromės viršutinės dalies geologinė sandara, kuri yra svarbus tolesnių hidrogeologinių, inžinerinių geologinių, ekogeologinių tyrimų ir naudingųjų iškasenų paieškos pagrindas.

Ataskaitos dokumentai saugomi LGT geologijos fonde. ◆

this is determined by the prevailing wind directions, which depends on the configuration of the shores of the Reservoir.

In the water-land contact zone, these processes take place simultaneously. Therefore, parallel overwater and underwater new formations are formed - outcrops and openings. The geodynamic state of the outcrops directly depends on their internal structure; therefore it is necessary to study the sediments and deposits of the Kaunas Reservoir shore area.

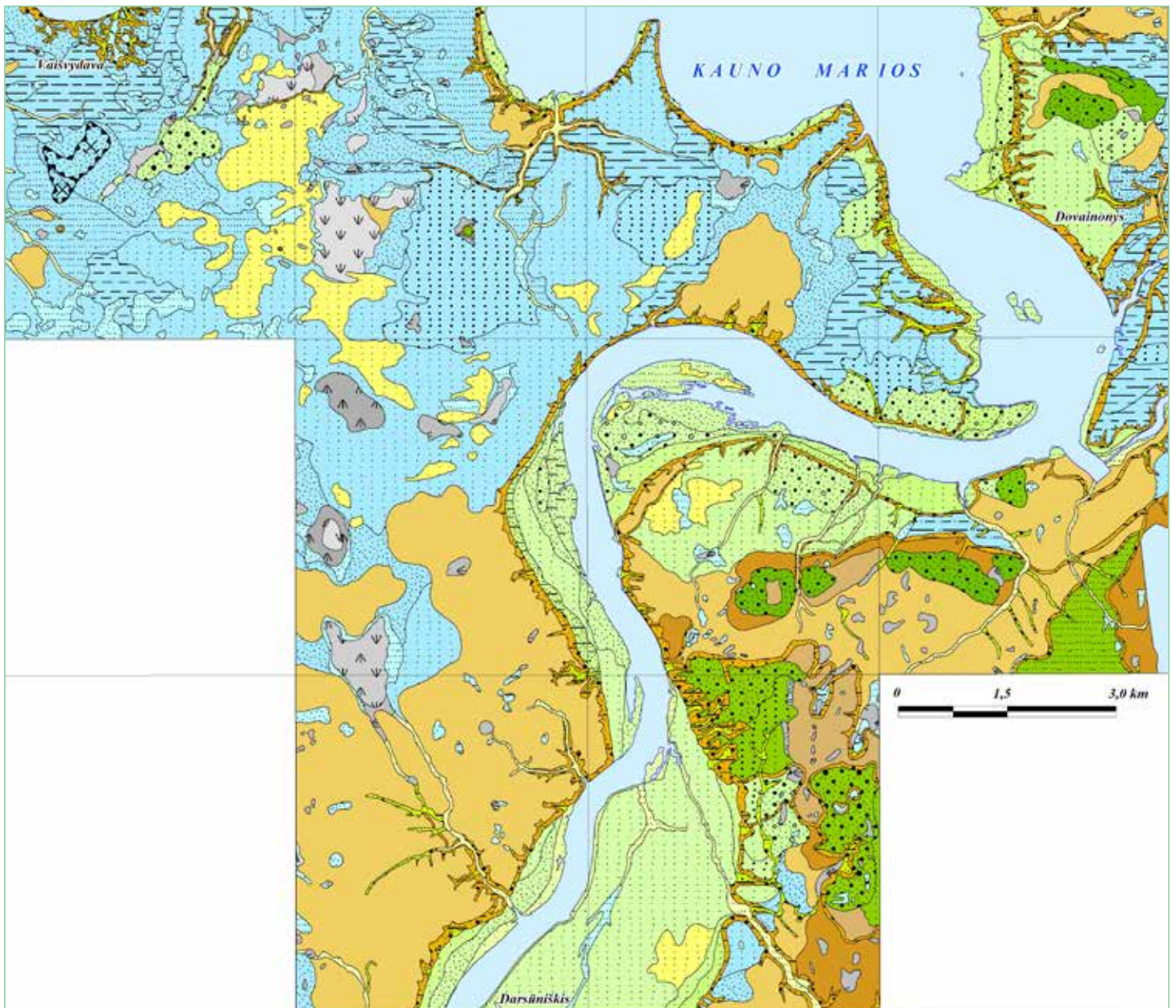
The aim of the project was to study and graphically represent the structure of the upper part of the Quaternary column in the mapped area: the lithological composition of deposits and sediments, their origin and age, deposition conditions and distribution limits at a scale of 1:10 000.

The compilation of maps was based on the aerial photo interpretation and field observations. The Quaternary geological map of Kaunas Reservoir area outlines the sediments and deposits occurring under the soil, their distribution, age, origin and lithology.

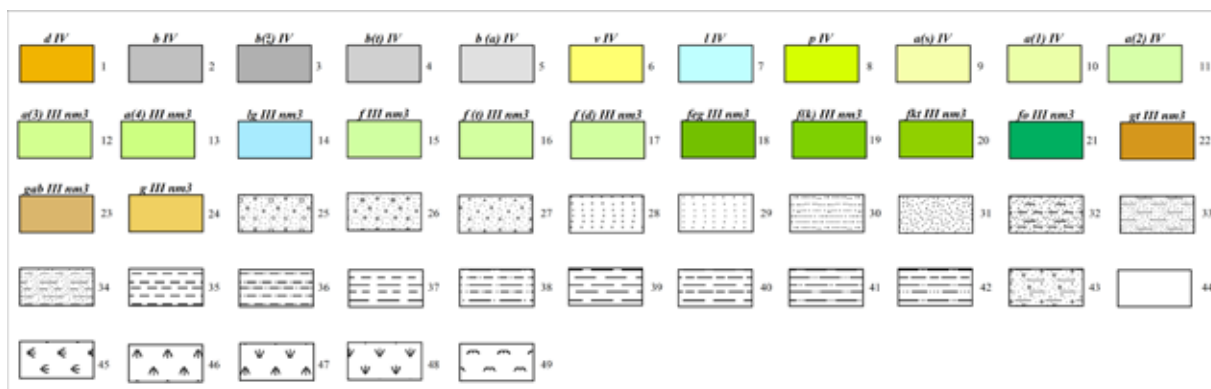
The Quaternary cover is composed of deposits of different origin. Ice marginal, ablation and basal till as well as deposits of englacial glaciofluvial, kame, kame terraces, eskers, glaciofluvial delta and terraces and glaciolacustrine sediments of the Last Glaciation were found to cover the surface of the mapped Kaunas Reservoir area. The Holocene fluvial, proluvial, lacustrine, eolian, bog and deluvial deposits are the youngest in the study area (Fig.).

The set of geological map provides important information on the geological structure of the Quaternary cover in the mapped area and serves as a basis for further hydrogeological, engineering and ecogeological mapping and prospecting of mineral resources.

The report is stored at the geological archive of the Lithuanian Geological Survey. ◆



Kauno marių kranto zonos kvartero geologinis žemėlapis. | Quaternary geological map of Kaunas lagoon shore area.



Legenda. Stratigrafija ir genezė. Holocenas ir vėlyvasis ledynmetis:
 1 – deliuviniai dariniai, 2 – biogeninės (nenustatyto tipo pelkių) nuogulos,
 3 – biogeninės (žemapelkių) nuogulos, 4 – biogeninės (tarpinio tipo pelkių) nuogulos, 5 – biogeninės (aukštapelkių) nuogulos, 6 – eoliniai dariniai, 7 – limninės nuosėdos, 8 – proliuvinės nuogulos,
 9 – aliuvinės salpinės terasos nuogulos, 10 – aliuvinės I viršsalpinės terasos nuogulos, 11 – aliuvinės II viršsalpinės terasos nuogulos, 12 – aliuvinės III viršsalpinės terasos nuogulos, 13 – aliuvinės IV viršsalpinės terasos nuogulos;
 Viršutinis pleistocenas: 14 – limnoglacialinės priedėdinių nuosėdos, 15 – fluvio-glacialinės nuogulos, 16 – fluvio-glacialinės terasų nuogulos, 17 – fluvio-glacialinės deltų nuogulos, 18 – fluvio-glacialinės vidurėdinių nuogulos, 19 – fluvio-glacialinės keimų nuogulos, 20 – fluvio-glacialinės keiminių terasų nuogulos, 21 – fluvio-glacialinės ozų nuogulos, 22 – glacialiniai ledyno pakraščio dariniai, 23 – glacialinės abliacinės morenos nuogulos, 24 – glacialinės pagrindinės morenos nuogulos.
Litologija: 25 – žvirgždingas smėlis, 26 – smėlis su žvirgždu, 27 – įvairus smėlis, 28 – vidutinis smėlis, 29 – smulkus smėlis, 30 – smulkus-smulkutis smėlis, 31 – smulkutis smėlis, 32 – aleuritingas smėlis, 33 – molingas smėlis, 34 – aleuritingas-molingas smėlis, 35 – aleuritas, 36 – smėlingas aleuritas, 37 – molingas aleuritas, 38 – molingas-smėlingas aleuritas, 39 – molis, 40 – aleuritinis molis, 41 – smėlingas molis, 42 – aleuritingas-smėlingas molis, 43 – molingas su retu žvirgždu smėlis, 44 – moreninis priemolis, priemolis, 45 – nenustatyto tipo pelkių durpės, 46 – žemapelkių durpės, 47 – tarpinio tipo pelkių durpės, 48 – žemapelkių durpės, 49 – sapropelis.

Legend. Stratigraphy and genesis. Holocene and Late Glacial: 1 – deluvial deposits, 2 – deposits of bog, 3 – deposits of fens, 4 – deposits of transitional bog, 5 – deposits of raised bog, 6 – eolian deposits, 7 – lacustrine sediments, 8 – proluvial deposits, 9 – flood plain deposits, 10 – deposits of I-st terrace above flood plain, 11 – deposits of II-nd terrace above flood plain, 12 – deposits of III-rd terrace above flood plain, 13 – deposits of IV-th terrace above flood plain; Upper Pleistocene: 14 – glaciolacustrine sediments, 15 – glaciofluvial deposits, 16 – deposits of glaciofluvial terraces, 17 – glaciofluvial delta deposits, 18 – englacial glaciofluvial deposits, 19 – glaciofluvial deposits of kame, 20 – glaciofluvial deposits of kame terraces, 21 – glaciofluvial deposits of eskers, 22 – ice-marginal till, 22 – ablation till, 23 – basal till. **Lithological symbols:** 25 – gravel size sediments, 26 – sand with gravel, 27 – various grained sand, 28 – medium grained sand, 29 – fine grained sand, 30 – fine and very fine grained sand, 31 – very fine grained sand, 32 – silty sand, 33 – clayey sand, 34 – silty-clayey sand, 35 – silt, 36 – sandy silt, 37 – clayey silt, 38 – sandy-clayey silt, 39 – clay, 40 – silty clay, 41 – sandy clay, 42 – silty-sandy clay, 43 – clayey sand with gravel, 44 – glacial loam, 45 – peat (type not identified), 46 – peat of fens, 47 – peat of transition bog, 48 – peat of raised bog, 49 – sapropel.



Krantų abrazinių procesų intensyvumo vertinimas

Estimation of the intensity of coastal abrasion processes

V. Mikulėnas, S. Danielius, Lietuvos geologijos tarnyba

Šis projektas, kaip viena iš priemonių įgyvendinant geologinių tyrimų 2016–2020 metų programos „Geoenergetika ir saugi aplinka“ uždavinį „Tirti ir vertinti pavojingus geologinius procesus ir reiškinius žemės gelmių naudojimo saugumui užtikrinti“, buvo vykdomas pagal 2017–2019 metų tyrimus. Lauko darbų metu atlikti kartotiniai matavimai Baltijos jūros, Kuršių ir Kauno marių (tik 2020 metų rudenį) krantų ruožuose, surinkti duomenys abrazijos intensyvumui vertinti ir krantų 3D modeliams sudaryti. 2020 metais buvo atliekami kameriniai darbai ir apibendrinami duomenys informacinei projekto ataskaitai.

2017 metų pavasarį ir rudenį vykdyta apžiūra ir matavimai abrazijos paveiktuose didžiųjų vandens telkinių krantų šlaituose (Platelių ež. rytiniame, Balskų tv. šiaurrytinėje dalyje (1 pav.) ir abrazijos paveiktuose Kuršių nerijos marių krantuose: Naglių kyšulyje, Parnidžio rage ir kopos

This project was organised within the frame of the programme of state geological investigations “Geoenergy and Safe Environment” and its task “Investigation and evaluation of dangerous geological processes and phenomena to ensure the safety of underground use”. During



1 pav. Jautrus abrazijai Balskų tvenkinio 10 m aukščio kranto skardis (Tauragės / Šilalės r. sav.), 2017 metų pavasaris.

Fig. 1. Abrasion-sensitive cliff of the 10 m high shore of Balskai pond (Tauragė and Šilalė districts In Western Lithuania); Spring 2017.



papėdėje, Grobšto rezervate. Priekrantės zonoje inventorizuotos 4 nuošliaužos ir 2 defliacinės daubos.

2018 metų pradžioje ir pavasarį atlikti tyrimai su bepiločiu orlaiviu (BO) Neringos (Smiltynės, Alksnynės ruožuose ir ties Naglių ragu rezervate) ir Klaipėdos (Melnaragės, Girulių ir Karklės ruožuose) miestų teritorijose. Iš viso apskraidytas 6,4 km² plotas Kuršių nerijoje ir 19 km žemyninio pajūrio ruožas (apie 200 m pločio). Buvo atliktas duomenų apdorojimas Pix4D mapper įranga, sudaryti ortofotografiniai žemėlapiai ir skaitmeniniai reljefo paviršiaus modeliai (<https://www.lgt.lt/index.php/lt/naujienos/pranesimai-spaudai>). 2018 metų rudenį BO pakartotinai atlikus skridimus iš 160 m aukščio gautos didelės raiškos (3,8 cm/pix) žemės paviršiaus aerofotografijos Olando kepurės ardomo kranto ruože ir Naglių rezervato kopagūbriui ir marių pakrantei (neatlikus apdorojimo, skaitmeninių nuotraukų duomenys sudaro apie 35 GB). Papildomai Trimble Geo7x GPS/GNSS imtuvu fiksuota daugiau kaip 80 žemės paviršiaus kontrolinių aukščio taškų, kurių vietos parinktos būdinguose reljefo vietose. Papildomų aukščio taškų matavimų reikia apdorotų duomenų tikslumui užtikrinti, nes išėigos apdorojimo metu (Pix4Dmapper) nėra galimybės skaitmeninį paviršių tiksliai koordinuoti LAS07 aukščių sistemoje. Šis apie 7 kv. km plotas Naglių rezervate kartografuotas iš dviejų skirtingų taškų (BO paleidimo vietų) dėl riboto patekimo ant kopų ir neišvengiamų radijo signalo kliūčių (darbui būtinas nenutrūkstamas radijo ryšys tarp kompiuterio valdiklio ir BO), nusileidimo vietos parinkimo ir pan. Skrydžio maršrutai sudaryti tinkleliu – tikslas, kad objektai būtų fiksuojami iš skirtingų pozicijų, rezultatas – tikslesni XYZ taškų debesies duomenys ir galimybė sudaryti tikslų 3D modelį. Surinktų duomenų apdorojimas su tam pritaikyta kompiuterine ir programine įranga trunka apie dvi savaites (apdoroti duomenys sudaro apie 100 GB, t. y. vienas pilnas komplektas duomenų – apie 140 GB) (Danielius ir kt., 2019).

2019 metų pavasarį lauko darbų metu atliktas Kuršių marių (Neringoje) ir Baltijos jūros (abradojami ruožai) krantų vaizdo fiksavimas bepiločiu orlaiviu. Kamerinių darbų metu at-

2017–2019, periodical measurements were performed in the stretches of coastline of the Baltic Sea, Curonian lagoon, Kaunas Water Reservoir, etc. The data collected were used to assess abrasion intensity and to construct 3D models of shores cases. In 2020, the data were summarized for the information project report.

Inspection and measurements were carried out in the spring and autumn of 2017 on the shores of large water bodies affected by abrasion in western Lithuania. Four landslides and 2 deflation ravines were inventoried in the coastal zone. In early 2018 and in the spring, works with an UAV were carried out in large areas such as the coastal zone of Klaipėda (Melnaragė, Giruliai and Karklė sections), the Curonian Spit with the Nagliai Nature Reserve and in the sections of Smiltynė, Alksnynė. A total area of 6.4 km² was investigated using unmanned aerial vehicle in the Curonian Spit and a 19 km stretch of the mainland coast (about 200 m wide). In the spring of 2019, during the fieldwork, the image of the shores of the Curonian Lagoon (Ne-ringa) and the Baltic Sea (abraded sections) was recorded with an UAV. High resolution (3.8 cm/pix) surface aerial photographs from a height of 160 m were captured. Data processing with Pix4D mapper equipment, orthophotographic maps and digital terrain models was performed.

The field surveys planned for the 2020 “pandemic” year could not be carried out; therefore the top and bottom lines of the highest cliff were measured with a geodetic device, UAV and orthophotographic map reflecting the latest geodynamic changes in the shoreline of Giruliai and Karklė (Fig. 2). On the southern shore of the Preila, a new formed abrasive line of the shore was measured (geodetically).

During the project work, the methodology of shoreline abrasion intensity research was tested using an UAV and performing geodetic measurements and combining them to collect data. The changing climate and more abrupt weather changes, which cause an increase in precipitation, wind and wave activity for the research objects, activate the ongoing shoreline abrasion



2 pav. Girulių ir Karklės ruožo ortofotografiname žemėlapyje (2021-04-02 skridimas) matyti didžiausios ir naujausios grunto slinkties, geodeziškai apkontūrintos skardžio papėdėje prieš keletą dienų. Lineamentus galima dar patikslinti pagal šį ortofotožemėlapij arba sukurti kitus reikalingus žemėlapius. Šio tyrimų komplekso duomenų pakanka nuslinkusio grunto tūriui apskaičiuoti bei įvertinti kitus krantų pokyčius.

Fig. 2. The orthophotographic map of the Giruliai and Karklė section (flight on 20/04/2021) shows the largest and most recent ground shifts geodetically contoured at the foot of the cliff a few days ago. Lineaments can be further adjusted from this orthophoto map or other necessary maps can be created. The data of this research complex are sufficient to calculate the volume of displaced soil and to estimate other changes in the shores.

likti skaičiavimai krantų padėčiai erdvėje ir jų morfologijos pokyčiams nustatyti. 2019 metų rudenį kamerinių darbų metu buvo atlikti skaičiavimai BO gautų aukštos raiškos (4 cm) žemės paviršiaus duomenų (10,2 GB) ortofotografinių nuotraukų apdorojimas bei skaitmeniniam reljefo modeliui sudaryti. 2019 metų pabaigoje bepiločiu orlaiviu buvo tirtas Kauno marių abra-

processes. Periodic sequential monitoring of research objects allows to record the dynamics of changes. ◆



duojamas kranto 4,2 km ilgio ruožas ties Rumšiškėmis iš 140 m aukščio BO buvo leidžiamas / tupdomas iš trijų vietų (viena jų – priešingame Kauno marių krante). Kamerinių darbų metu buvo atliktas gautų 393 aukštos raiškos (3,3 cm) ortofotografinių nuotraukų (viso 2,3 GB) apdorojimas ortofotografiniam žemėlapiui sudaryti.

2020 „pandeminiais“ metais planuoti lauko tyrimai negalėjo būti vykdomi, todėl geriausiai monitoringuoto Girulių ir Karklės ruožo 2021 metų balandžio pradžioje buvo geodeziniu prietaisu išmatuota aukščiausio skardžio viršutinė ir papėdės linijos, atliktas skridimas BO ir sudarytas ortofotografinis žemėlapis, atspindintis naujausius geodinaminius pokyčius šio kranto skardžiuose (2 pav.). Pietinėje Preilos marių pakrantėje buvo išmatuota (geodeziškai) nauja susiformavusi kranto abrazinė linija.

Projekto darbų metu buvo patikrinta krantų abrazijos intensyvumo tyrimų metodika naudojant bepilotį orlaivį ir atliekant geodezinius matavimus bei juos derinant duomenims surinkti. Besikeičiantis klimatas ir staigesnės orų permainos, sukeliančios kritulių, vėjo ir bangų veiklos suintensyvėjimą tyrimo objektams, suaktyvina vykstančius krantų abrazijos procesus. Šių krantoarda pasižyminčių ruožų tyrimų rezultatai rodo, kad nuoseklus – intervalinis objektų stebėjimas ir kompleksinių tyrimų pritaikymas tenkina tiek efektyvumo, tiek laiko sąnaudų požiūriu ypač pagal iš persidengiančių geokoordinuotų aerofotonuotraukų sudarytą 3D modelį nustatant kiekybinius grunto tūrio pokyčius (nuplovimai Olando kepurės skardėje, Naglių rage ar „priaugimas“ slenkant smėliui į marias Naglių rezervate). Periodinis nuoseklus tyrimo objektų stebėjimas leidžia fiksuoti pokyčių dinamiką. ◆

https://www.lgt.lt/images/Prane%C3%85%EF%A3%BCimai_spaudai_2018/Tiriamas_paj%C3%85%C2%ABris_2018-02-12.doc

Danielius S., Minkevičius V., Mikulėnas V., Lozovskis S., Lokutijevskis V. Tyrimai bepiločiu orlaiviu ir georadaru = Survey with unmanned aerial vehicle and ground penetrating radar // Lietuvos geologijos tarnybos 2018 metų veiklos rezultatai : [metinė ataskaita] = Geological Survey of Lithuania : Annual Report 2018. - Vilnius : LGT, 2019. - P. 47–58 : iliustr.



Alytaus miesto inžinerinių geologinių duomenų rinkinio sudarymas

Compilation of Alytus city engineering geological data set

S. Stankevičiūtė, Lietuvos geologijos tarnyba

Vykdamas Lietuvos valstybinių geologinių tyrimų 2016–2020 metų programos „Geoenergetika ir saugi aplinka“ 5.5. priemonę 2020 m. spalio mėn. buvo parengta projekto „Alytaus miesto inžinerinių geologinių duomenų rinkinio sudarymas“ ataskaita.

Pagal projekto užduotį buvo numatyta:

- ♦ surinkti ir apibendrinti Alytaus miesto geologinę, hidrogeologinę, ir inžinerinę geologinę informaciją;
- ♦ sudaryti Alytaus miesto geologinių duomenų rinkinį.

Surinkta ir susisteminta archyvinė Alytaus miesto geologinė ir inžinerinė geologinių tyrimų 610 ataskaitų informacija. Sudarytas Alytaus miesto skaitmeninės inžinerinės geologinės informacijos rinkinys, kurį sudaro:

a) į Valstybinės geologijos informacinės sistemos (GEOLIS) posistemį „Gręžiniai“ įvesti 1 562 archyvinių inžinerinių geologinių gręžinių bendrieji duomenys ir jų geologinių pjūvių aprašymai; (1 pav.);

b) gręžiniais aptiktų gruntų granulometrinės sudėties duomenys, fizikinių ir mechaninių savybių rodiklių vertės ir gruntinio vandens cheminės analizės duomenys įvesti į atitinkamus GEOLIS posistemius (2 pav.).

Alytaus miesto ir jo apylinkių teritorijoje yra inventorizuotos trys nuošliaužos ir viena griova.

Susisteminti duomenys, parengta ataskaita ir įskaitmeninta medžiaga gali būti naudojama

In October 2020, the Lithuanian Geological Survey prepared a report within the project “Compilation of Alytus city engineering geological data set”. The Project was a part of the national Geological investigation program “Geoenergy and Safe Environment”.

The aims of the project were following:

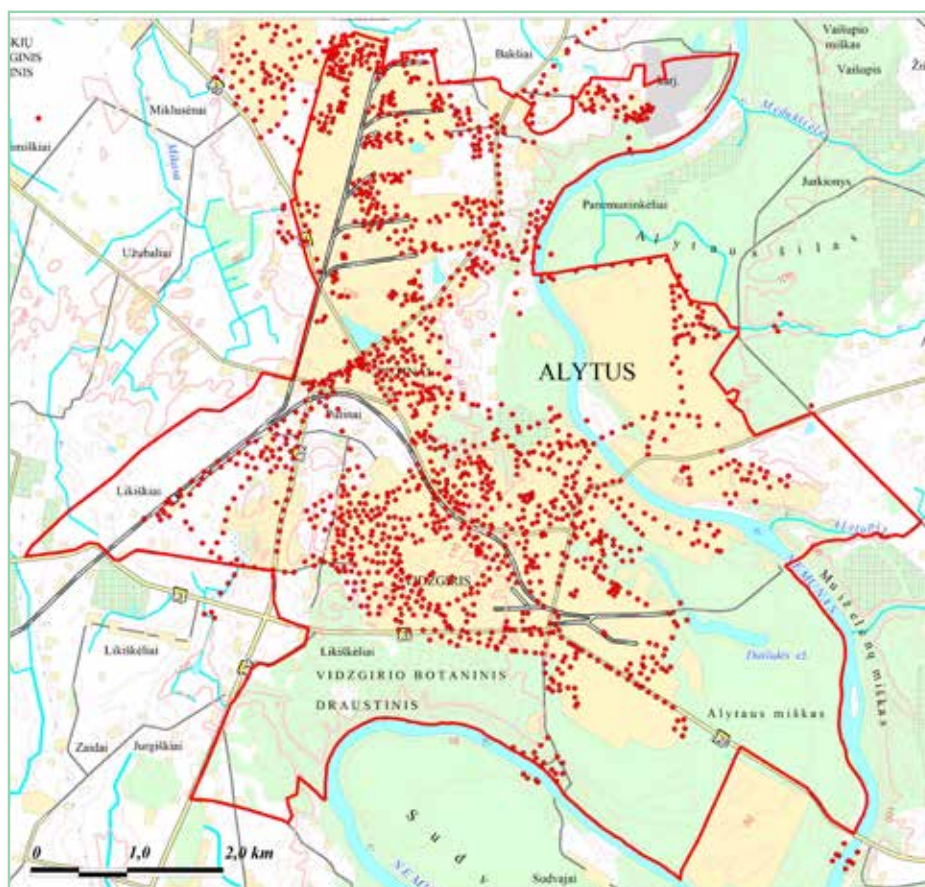
- ♦ to collect and summarize geological, hydrogeological and engineering geological information of Alytus city;
- ♦ to compile the geological data set of Alytus city.

Archival information from 610 reports on geological and engineering geological research of Alytus city was collected and systematized. A collection of digital engineering geological information of Alytus city was compiled, which consists of:

a) general data of 1 562 archival engineering geological boreholes and descriptions of their geological sections were entered into the subsystem “Boreholes” of the State Geological Information System (GEOLIS) (Fig. 1).

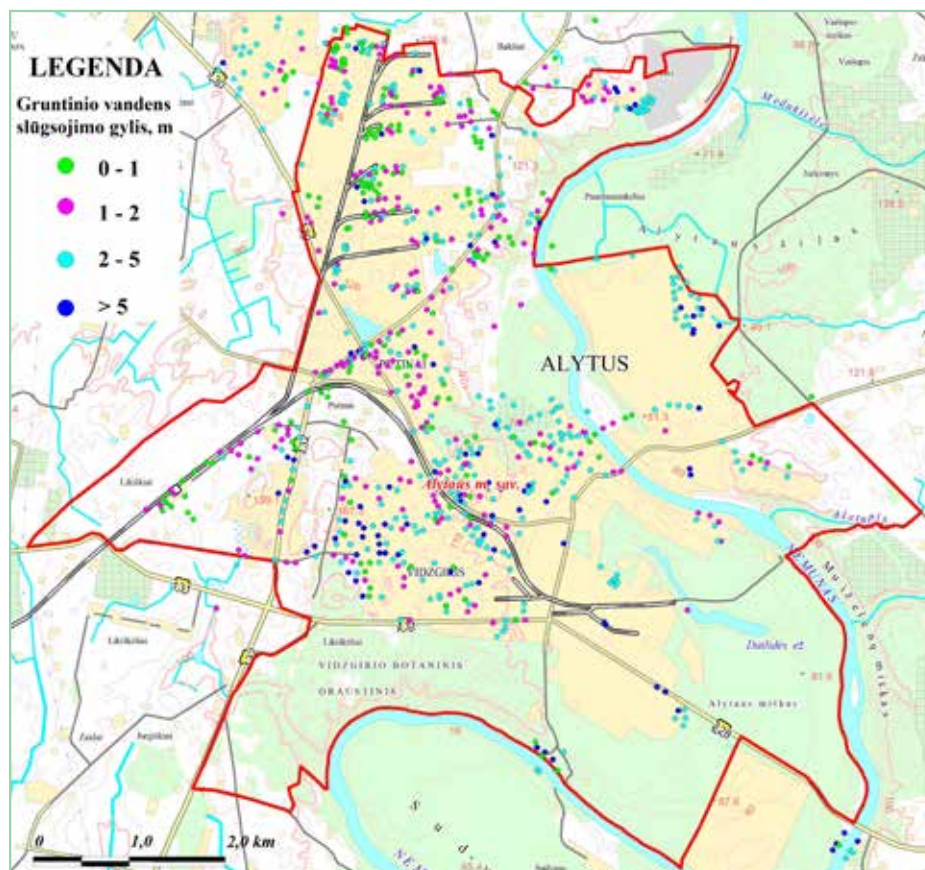
b) data on the granulometric composition of the soils detected in the boreholes, the values of the indicators of physical and mechanical properties and the data of the chemical analysis of the groundwater were entered into the relevant GEOLIS subsystems (Fig. 2).

Three landslides and one ravine have been inventoried in the territory of Alytus city and its surroundings.



1 pav. Alytaus miesto ir jo apylinkių inžineriniai geologiniai gręžiniai.

Fig. 1. Engineering geological boreholes of Alytus city and its surroundings.



2 pav. Alytaus miesto ir jo apylinkių gruntinio vandens gylis gręžiniuose.

Fig. 2. Depth of groundwater in boreholes of Alytus city and its surroundings.

miesto plėtros planavimo reikmėms, statinių statybai pagrįsti, planuojant inžinerinius geologinius tyrimus, parenkant racionalų statinių pamatų tipą, geologiniams procesams ir reiškiniams išaiškinti, ūkinei veiklai planuoti bei aplinkos kokybės įvertinti.

Pagal sudarytas schemas ir klasifikatorių GEOLIS galima rasti reikalingus duomenis apie Alytaus miesto inžinerines geologines sąlygas. ◆

The systematized data, prepared report and digitized material can be used for urban development planning purposes, i.e. for substantiation of the construction of buildings, planning the engineering geological surveys, selection of rational type of building foundations, elucidation of geological processes and phenomena, economic planning and environmental quality assessment.

According to the schemes and the GEOLIS classification, the necessary data on the engineering geological conditions of Alytus city can be found. ◆





Žemės gelmių geoterminės energijos (sekliosios) išteklių ir jų panaudojimo galimybių vertinimas

The assessment of the shallow geothermal resources and potentiality of its appliance

P. Pūtys, Lietuvos geologijos tarnyba

Lietuvos geologijos tarnybos GEOLIS duomenų bazėje 2020 metais buvo įregistruotos 846 geoterminių gręžinių sistemos. Visos šios sistemos – tai vertikalieji arba pasvirieji gręžiniai, kuriuose įrengti U formos arba bendrašiai 50–150 m ilgio šilumokaičiai. Tuo tarpu naudoti horizontalaus šilumokaičio sistemas ir seklių vandeningųjų sluoksnių hidrogeoterminius išteklius Lietuvoje nėra populiaru. Pirmųjų menko naudojimo priežastys – reikia didelio ploto sklypo ir klimato sąlygų, neužtikrinančių pakankamo pastovaus šilumos srauto tinkamu sezonu. Antru atveju – ribotos panaudoto vandens pašalinimo ar injekcijos galimybės. Kita vertus, tobulėjant požeminio vandens šiluminės energijos technologijoms, tokios sistemos gali tapti aktualios ateityje.

Įrengiant geoterminių gręžinių sistemas, svarbu numatyti, kokia leistina galia gali būti naudojami seklių geologinių sluoksnių šilumos energijos ištekliai arba koks gali būti maksimalus požeminio vandens eksploatacinis debitas. Patikimiausias būdas nustatyti geologinių sluoksnių geoterminį potencialą – atlikti šiluminės reakcijos testą, tokiu būdu įvertinti terminius parametrus. Tačiau kai sistemos galia mažesnė kaip 30 kW, įmonės, įrengiančios geoterminių gręžinių sistemas, naudoja tik apibendrintus duomenis apie įvairių geologinių telkinių šiluminius parametrus, pateiktus normatyvinėse lentelėse ir grafikuose. Svarbu, kad šie parametrai būtų įvertinti kuo tiksliau, atsižvelgiant į Lietuvos geologinių ir hidrogeologinių sąlygų specifiką ir naudojant tinkamą programinę įrangą.

Recently, 846 geothermal well systems have already been registered in the GEOLIS database of the Lithuanian Geological Survey. All the systems are vertical or inclined (clustered) wells installed with deep U-shaped or coaxial heat exchangers. Meanwhile, ground-based horizontal heat exchanger systems and the use of shallow aquifer hydrogeothermal resources are not popular in Lithuania. The reasons are the necessary large plot area and climatic conditions that do not ensure sufficient constant heat flow at the right time, and limited possibilities of used water removal or injection. On the other hand, such systems could become relevant in the future as groundwater thermal energy technologies improve.

It is important to determine the allowable capacity that can be used for the thermal energy resources of the shallow geological strata and the groundwater flow through when installing geothermal well systems. The most reliable way to do this is to perform a Thermal Reaction Test determining the effective thermal conductivity. However, at a capacity of less than 30 kW, companies installing geothermal well systems use generalized data on thermal parameters of various geological deposits, which are determined by the normative tables and graphs. It is important that the above parameters are assessed as accurately as possible, taking into account the specifics of Lithuanian geological-hydrogeological conditions and using appropriate software.

The aim of this work is a quantitative and qualitative assessment of the currently used or potential shallow geothermal resources (both po-

Šio projekto tikslas – atlikti kiekybinį ir kokybinį šiuo metu naudojamų arba naudotųjų ateiityje sekliųjų geoterminių išteklių (tiek potencialių, tiek perspektyvių) įvertinimą, taip pat jų panaudojimo ateiityje galimybes. Šiam tikslui buvo įgyvendintos kelios užduotys: parengta darbo metodika, nustatyti pradiniai duomenys (temperatūra, šilumos laidumo koeficientas, savitoji šilumos talpa), taip pat kiti geologiniai ir hidrogeologiniai duomenys, kompiuterinio modeliavimo metodais apskaičiuota potenciali geoterminių ir hidrogeoterminių išteklių galia, kartografuoti rezultatai. Lietuvos geoterminių išteklių įvertinimo objektai yra: geologiniai sluoksniai iki 150 m gylio, apimantys sezoniskai kintančios temperatūros zonos dalį (nuo 1 iki 20 metrų) ir dalį sezoniskai pastovios temperatūros zonos (nuo 20 iki 150 m gylio); geologinis sluoksnis iki 20 m, pasižymintis sezonine temperatūros kaita; tampriųjų požeminio vandens išteklių šilumos galia vandeninguosiuose sluoksniuose iki 150 m gylio. Visiems tyrimo objektams įvertinti tiek geoterminės sistemos ištekliai (šiluminės galios norma), tiek išteklių tankis vienam kvadratiniam metrui. Geoterminiai ištekliai daugiausia naudojami urbanizuotose zonese. Yra sričių, kurių geoterminių išteklių dėl daugelio priežasčių netinka arba negalima naudoti. Todėl aktualu apskaičiuoti tiek potencialiuosius, tiek prognozuojamus geoterminius ir hidrogeoterminius išteklius, kuriuos galima panaudoti praktikoje. Geoterminių išteklių įvertinimo pagrindas yra duomenys, surinkti iš geologinių ataskaitų, literatūros šaltinių, kuriais remiantis yra apskaičiuojami: šiluminio laidumo, šiluminės talpos, temperatūrinio laidumo koeficientai, taip pat – filtracijos, pratakumo, tampriosios talpos koeficientai, maksimaliai leidžiamo pjezometrinio lygio ir kiti hidrogeologiniai parametrai. Temperatūros vertės buvo panaudotos iš Valstybinio požeminio vandens monitoringo duomenų. Modelinis režimas pasirinktas laiko atžvilgiu taip, kad apskaičiuotasis energijos kiekis, išgaunamas eksploatuojant geoterminį gręžinį maksimalia galia, pasiskirstytų per 180 dienų šildymo laikotarpį kintamu režimu. Likusi metų dalis laikoma temperatūros atsinaujinimo laikotarpiu. Šis ciklas kartojamas 25 metus.

tential and promising), as well as an assessment of their possible future use. To achieve this goal, several tasks have been performed: developing the methods, accumulating the initial data (temperature, thermal conductivity coefficient, specific heat capacity), accumulating other geological-hydrogeological data to be used indirectly, calculating the possible capacity of geothermal and hydrogeothermal systems by the computer simulation methods, and mapping the results.

There are some objects for Lithuanian geothermal resources estimation. They are: geological layers up to a depth of 150 m covering part of the seasonally variable temperature zone (from 1 to 20 meters) as well as part of the seasonally constant temperature zone (at a depth from 20 to 150 m); geological layer up to a depth of 20 m with the seasonally changing temperature; bodies of groundwater elastic storage in aquifers up to a depth of 150 m. Both geological thermal resources (thermal power norm) and estimation of density of the resources per square meter have been assessed for all the investigation objects. Geothermal resources are mainly exploited in urban areas. There are areas where the exploitation of geothermal resources is unsuitable due to plenty reasons. Therefore, it is relevant to calculate both potential and prospective forecast geothermal and hydrogeothermal resources, which can actually be used in practice.

The basis for estimation of geothermal resources are data collected from geological reports and literature sources, according to which thermal and hydrogeological parameters of thermal conductivity, heat capacity, thermal conductivity coefficients, well specific flow rate, permeability, elastic water yield coefficients, and allowable piezometric level are calculated. Temperature values were used from the State Groundwater Monitoring data. The simulation mode was chosen in terms of time so that the calculated amount of energy generated during the operation of the well at maximum power is distributed over a 180-day heating period in a variable mode. The rest part of the year is considered to be a recovering period. This cycle is repeated for 25 years of operation. As a result, the instantaneous heat flow power norm was determined.



Šilumos perdavimo normai skaičiuoti pasitelkta kompiuterinio modeliavimo programa „Comsol multiphysics“. Jos pranašumas yra tas, kad ji leidžia atsižvelgti į: advekcinį šilumos perdavimo būdą, slaptosios vandens kristalizacijos šilumos dalį ir sezoninę temperatūros kaitą žemės paviršiuje. Be to, ši programa leidžia laisvai konstruoti geoterminių įrenginių ir įvairių terpių geometriją, skaičiuoti sugretintų fizikinių procesų parametrus.

Nustatyta, kad šilumos energijos perdavimo norma arba santykinė geoterminės sistemos galia Lietuvos teritorijoje pasiskirsto netolygiai, tačiau yra du rajonai, kurių svyravimai yra gana tolygūs: tai šiaurės ir centrinis Lietuvos regionai, kur energijos galios normos vertės yra daug didesnės nei likusioje Lietuvos dalyje. Šiaurės ir Vidurio Lietuvoje santykinė šilumos galia svyruoja nuo 40 iki 50 W/m, o likusioje teritorijoje – nuo 30 iki 40 W/m. Regione, kuriame geoterminiai išteklių skaičiavimas apribotas iki 100 m gylio, šiluminės energijos eksploatacinis srautas labiau nesiskiria nuo likusios Lietuvos. Šilumos galia svyruoja nuo 30–35 W/m rytinėje regiono dalyje iki 35–37 W/m vakarinėje dalyje.

Geoterminės energijos srauto tankis pasiskirsto priklausomai nuo pradinės nuogulų temperatūros ir šiluminės talpos. Kadangi vidutinė temperatūra turi aiškiai apibrėžtą regioninį pasiskirstymą, o tūrinės šiluminės talpos koeficientas pasiskirsto tolygiau, būtent temperatūros laukas formuoja bendrą energijos tankio vaizdą. Todėl bendru atveju šiluminės energijos tankis didėja iš rytų-šiaurės rytų į vakarus-pietvakarius nuo 14 iki 17 W/m². Visoje teritorijoje nustatyta 911 100,21 MW potencialiųjų šilumos energijos išteklių (155 652,62 GWh per metus) ir 30 251,96 MW (62 720,12 GWh/metus) – perspektyviųjų išteklių. Sezoniškai kintamos temperatūros zonos geoterminiai ištekliai daugiausia priklauso nuo žemės paviršiaus temperatūros, dirvožemio ir podirvio sluoksnių litologinių savybių bei aeracijos zonos storio. Didžiausios geoterminės sistemos galios vertės yra lokalizuotos Vakarų Lietuvoje, kur vyrauja aukščiausia vidutinė paviršiaus temperatūra, įvairios genezės smėlio ir žvirgždingo smėlio nuogulos, o gruntinio vandens lygis yra gana aukštas. Vakarų

Computer simulation program „Comsol Multiphysics“ was used for the calculation of heat transfer rate. Its advantage is in the possibility to take into account the advective heat transfer, the latent heat of crystallization and seasonal temperature change at the earth's surface. Additionally, the program allows creating of the geometry of geothermal devices and various media and computing of the parameters of couple physical processes.

The thermal energy rate or the relative power of the geothermal system is unevenly distributed in the territory of Lithuania, but there are two districts with relatively even fluctuations. This is the north-central region of Lithuania, where energy power values are much higher than the values in the rest of Lithuania. In northern-central Lithuania, the relative heat power varies from 40 to 50 W/m, and in the rest of the area – from 30 to 40 W/m. In the region where geothermal resources have been established up to a depth of 100 m, the operational flow rate of thermal energy does not differ significantly from the rest of Lithuania. The thermal power rate ranges from 30–35 W/m in the eastern part of the region to 35–37 W/m in its western part.

The density of geothermal energy flow is distributed depending on the initial soil temperature and heat capacity. Since the average temperature has a clearly defined regional distribution and the volume heat capacity coefficient is more evenly distributed, it is the temperature field that shapes the overall picture of energy density. Therefore, in general, the thermal energy density increases from east-northeast to west-southwest: from 14 to 17 W/m². In the territory of Lithuania, 911,100.21 MW of potential thermal energy (or 155,652.62 GWh per year) resources, generated by vertical geothermal systems, and 30,251.96 MW (62,720.12 GWh/y) of prospective resources were identified.

The geothermal resources of the seasonally variable temperature zone largely depend on the surface temperature, the lithological properties of the soil and subsoil layers, and the thickness of the aeration zone. The highest power values of the geothermal system are concentrated in western Lithuania, where the highest average surface

Lietuvoje vienos sąlyginės sistemos išteklių vertės dažnai viršija 1,4 kW/100 m². Gana palankios žemės paviršiaus geoterminių išteklių sąlygos yra ir Marijampolės ir Tauragės apskrityse paplitusiuose limnoglacialinių nuogulų plotuose, kur temperatūra viršija Lietuvos vidurkį, o vanduo slūgso negiliai. Panaši situacija matoma ir Vidurio Lietuvoje, o Šiaurės Lietuvoje situacija yra dviprasmiška: požeminis vanduo taip pat slūgso negiliai, tačiau čia dominuoja kiek žemesnė temperatūra. Dėl žemesnės temperatūros Žemaičių aukštumos centrinėje dalyje geoterminių išteklių galima išgauti mažiau – apie 1 kW/100 m². Rytų Lietuvoje turimi ištekliai paprastai svyruoja nuo 0,9 iki 1,1 kW/100 m². Panaši situacija yra ir Pietų Lietuvoje, kur smėlingose nuosėdose yra žemas vandens lygis. Iš viso Lietuvoje per metus buvo nustatyta 645 929,10 MW potencialiųjų šilumos energijos (arba 1 291 858,20 GWh) išteklių ir 21 352,21 MW (42 704,42 GWh/metus) – perspektyviųjų.

Kvartero sistemos hidrogeoterminių išteklių pasiskirstymas yra gana tolygiai kintantis ir svyruoja nuo 50 iki 500 kW. Didesni ištekliai yra aukštumose, kur hidrogeoterminės sistemos galia gali siekti > 500 kW. Šiaurės ir Vidurio Lietuvoje, kur kvartero storis nedidelis, o požeminio vandens ištekliai yra menki, hidrogeoterminiai ištekliai yra tik 100 kW. Kai kuriose vietose jie yra lygūs nuliui, nes pjezometrinis požeminio vandens lygis per mažas arba požeminio vandens pažemėjimas yra ribotas dėl aprobeotuų vandenviečių išteklių. Kainozojaus–mezozojaus sistemoje didesnis hidrogeoterminių sistemų pajėgumas galimas Nemuno deltos regione, taip pat kai kuriuose Pietvakarių Lietuvos rajonuose: potenciali šiluminė galia svyruoja nuo 300 iki 1000 kW ir daugiau. Pietinėje sistemos dalyje galimybės išgauti hidrogeoterminių išteklių yra mažesnės, nes savitasis gręžinio debitas yra mažas – tik 0,01–0,02 l/s. P2-D3 sistemos šiluminei galiai pasiskirstyti būdingi svyravimai nuo 100 iki 500 kW. Šiek tiek mažesnė šiluminė galia galima permo sistemos išplitimo srityje, kur vyrauja 100–200 kW ištekliai. Viršutinio devono srityse šiluminė galia taip pat skiriasi, tačiau vidutiniškai mažiau nei permo sistemoje. Lyginant klinčių ir dolomito nuogulas, pastarosiose yra di-

temperature prevails, deposits of various geneses sand and gravelly sand are concentrated, and the groundwater level is quite high. In the western part of Lithuania, the values of the resources of one conditional system often exceed 1.4 kW/100 m². Quite favourable conditions in terms of land surface geothermal resources are also found in the areas of glaciolacustrine sediments that are widespread in the Marijampolė and Tauragė counties, where the temperature exceeds the Lithuanian average and the water is shallow. A similar situation is observed in the central part of Lithuania, while in northern part of Lithuania the situation is ambiguous: the groundwater is also shallow, but the prevailing temperature is lower. Due to the lower temperature, fewer resources can be extracted in the central part of the Samogitian Uplands – about 1 kW/100 m². In Eastern Lithuania, the available resources usually range from 0.9 to 1.1 kW/100 m². The situation is similar in Southern Lithuania, where low water levels are observed in sandy sediments. A total of 645,929.10 MW of thermal energy or 1291,858.20 GWh per year was established in Lithuania and 21,352.21 MW (42,704.42 GWh/y) of perspective resources were identified.

The distribution of resources of the Quaternary system is quite evenly fluctuating mainly from 50 to 500 kW. The larger resources of the Quaternary thickness are in the uplands, where the capacity of the hydrogeothermal system can reach > 500 kW. In the northern and central parts of Lithuania, where the Quaternary thickness is small and groundwater resources are scarce, hydrogeothermal resources only amount to 100 kW. In some places, they are zero because the piezometric pressure of groundwater is too low or groundwater lowering is limited due to the approved resources of the wells.

In the Cenozoic-Mesozoic system, higher capacity of hydrogeothermal systems is possible in the Nemunas Delta region, as well as in some districts of South-West Lithuania: potential thermal capacity ranges from 300 to 1000 kW and more. In the southern part of the system, the possibilities to extract hydrogeothermal resources are lower because the specific well yield is low – only 0.01–0.02 l/s. The distribution of thermal power of the P2-D3 system is characterized



desnė šiluminė galia. D3-D2 sistemoje daugiau hidrogeoterminių išteklių sutelkta vakarinėje ir šiaurinėje teritorijos dalyje, kur jų vertė nuo 500 iki 1000 kW, o kai kur ir daugiau. Čia vanduo telkiasi gilėjančiuose Šventosios–Upninkų sluoksniuose, dolomituose ir smiltainiuose. Kitose sistemos srityse vyrauja 100–300 kW galios ištekliai, kurie potencialiai išgaunami iš smėlio ir smiltainio vandeningųjų sluoksnių.

Hidrogeoterminių tampriųjų išteklių tankis žemėje priklauso nuo trijų parametrų: požeminio vandens temperatūros, tampsiosios vandengražos koeficiento ir pjezometrinio lygio žemimo galimybes. Kvartero sistemoje lemiamas yra pastarasis veiksnys, todėl didesniais ištekliais pasižymi didesnio storio kvartero sluoksniai: hidrogeoterminiai energijos ištekliai čia viršija 300 kJ/m². Šiaurės ir Vidurio Lietuvoje šie ištekliai yra minimalūs ir dažnai sudaro tik 50 kJ/m². Visi galimi Q sistemos statiniai ištekliai yra 2 605 832,0 MWh. Kz-Mz sistemoje galimi statiniai ištekliai yra 2 865 610,23 MWh. P2-D3 hidrogeologinėje sistemoje išteklių tankis didėja nuo sluoksnio išplitimo ribų (50–200 kJ/m²) link gilesnių sluoksnių (500 kJ/m² ir daugiau), kur gruntinio vandens lygio mažinimo galimybes yra didesnės. Čia taip pat reikšmingas temperatūros padidėjimas pietvakarių kryptimi. Bendri potencialūs sistemos statiniai ištekliai yra 1 475 097,39 MWh. Statiniams D3-D2 sistemos ištekliams būdingi svyravimai, jų išteklių tankis yra 300–1000 kW, tačiau šiaurės vakarų dalyje yra mažesnio išteklių tankio teritorija. Bendri potencialūs sistemos hidrogeoterminiai talpiniai ištekliai yra 2 415 143,40 MWh, o perspektyvieji – 86 230 MWh. ◆

by fluctuations – it varies from 100 to 500 kW. Slightly lower thermal power is observed in the expansion zone of the Permian system, where 100–200 kW resources predominate. In the areas of the Upper Devonian, the thermal power also varies, but on average less than in the Permian system. Comparing the limestone and dolomite deposits, higher thermal power is present in the latter one. In the D3-D2 system, higher thermal power is concentrated in the western and northern parts of the area, where its values range from 500 to 1000 kW, and in some places even more. Here the water is concentrated in the deepening layers of Šventoji–Upninkai, and the dolomites and sandstones. In other areas of the system, resources of 100–300 kW power are predominant, which can be extracted from sand and sandstone.

The density of hydrogeothermal elastic structures in the ground depends on three parameters: groundwater temperature, elastic water return coefficient and the possibility of lowering the piezometric level. The Quaternary system is obviously determined by the last factor, therefore larger resources are observed in the areas of larger thickness of the Quaternary layers. Thermal energy resources here exceed 300 kJ/m². In the northern and central parts of Lithuania, these resources are minimal and often only amount to 50 kJ/m². The total potential static resources of the Q system are 2 605 832.0 MWh. In the Kz-Mz system, the total potential static resources are 2 865 610.23 MWh. In the P2–D3 hydrogeological system, the density of resources increases from the limits of layer expansion (50–200 kJ/m²) towards deeper layers (500 and more kJ/m²), where the possibilities of lowering the groundwater level are higher. The increase of temperature in the southwest direction is also significant here. The total potential static resources of the system are 1 475,097.39 MWh. The static resources of the D3-D2 system are characterized by fluctuations, where the density of resources is 300–1000 kW, but in the northwest part there is an area with a lower density of resources. The total potential capacity resources of the system are 2 415,143.40 MWh and 86,230 MWh of perspective ones. ◆



Gruntinio vandens hidrogeologinis kartografavimas urbanizuotose teritorijose M 1:10 000

The mapping of unconfined aquifers in the urban territories at a scale of 1:10 000

P. Pūtys, Lietuvos geologijos tarnyba

Urbanizuotose teritorijose gruntinio vandens sluoksnių ypatumas yra technogeniniai gruntai, kurie filtracinėmis ir talpinėmis savybėmis skiriasi nuo natūraliųjų. Požeminio vandens infiltracinės mitybos vertės taip pat skiriasi dėl didesnio kritulių vandens paviršiaus nuotėkio ir pakitusio išgaravimo verčių po pastatais ir specifinės dangos miestų teritorijose. Kitas bruožas – padidėjusi tarša ir kartu pakitusi požeminio vandens hidrocheminė sudėtis.

Gruntiniam vandeniui kartografuoti ir metodikai kurti buvo pasirinktas Panevėžio miestas ir jo apylinkės. Šį pasirinkimą lėmė tai, kad Panevėžys yra pakankamai didelis objektas, pasižymintis įvairiu urbanizacijos mastu ir daugybe taršos šaltinių, jis išsidėstęs mažai išreikšto reljefo srityje. Be to, čia yra kartografuotas technogeninių gruntų sluoksnis, o požeminio vandens tyrimų ir stebėjimo taškų yra gana daug.

Požeminio vandens filtracinių parametrų vertinimo pagrindas yra anksčiau surinkti ir įvairiose ataskaitose apibendrinti hidrogeologiniai duomenys. Dėl nevienodo turimų taškų pasiskirstymo buvo papildomai ištirti 54 šuliniai ir paimta vandens mėginių laboratorinei analizei. Kartografuojamojo ploto filtraciniams parametrams patikslinti buvo atliktas hidrogeologinis modeliavimas ir pirminio filtravimo modelio parametrų kalibravimas. Modeliavimo rezultatai parodė, kad pagrindinis požeminio vandens išteklių šaltinis Panevėžio mieste ir jo apylinkėse yra infiltracinė mityba (88,9 proc. viso srauto). Prietaka iš žemesnių sluoksnių, pastovaus lygio sričių bei upių ir per išorines

The specifics of unconfined groundwater aquifers in urban areas are artificial grounds being quite different in the sense of filtration and capacitive properties from the natural ones. The groundwater recharge values are also different due to higher surface rainwater runoff and altered evaporation beneath the buildings and the specific covers in urban areas. Another feature is the increased pollution and thus the changed hydrochemical composition of groundwater in these areas.

The Panevėžys town and its surroundings were selected for the unconfined groundwater mapping and developing of the methods. This choice was done because of Panevėžys being a large enough object with its various degrees of urbanization and many pollution sources. At that, it is located in a low-lying relief. A layer of technogenic soils is mapped there, and there are quite a lot of groundwater research and monitoring points.

The basis for the assessment of groundwater filtration parameters is the hydrogeological data previously collected and summarized in various reports. Due to the uneven distribution of available points, additional 54 wells were investigated and water samples were taken for laboratory analysis. In order to specify the filtration parameters of the mapped area, hydrogeological simulation and calibration of the primary filtration model were performed.

The results of the simulation show that recharge (88.9 % of the total inflow) is the main



modelio ribas užima tik 11,1 proc. Gruntinio vandens nuotėkio atžvilgiu vyrauja vertikali filtracija į gilesnius sluoksnius (78,5 proc.). Mažesnis vandens kiekis nuteka į upes (apie 20,5 proc.) ir tik 0,76 bei 0,2 proc. viso nuotėkio vyksta į pastovaus spūdžio sektorius ir per išorinę modeliavimo ploto ribą. Taigi, didžioji dalis požeminio vandens filtracijos vyksta vertikalia kryptimi: taip yra dėl vyraujančių žemės paviršiuje glacialinių nuogulų ir menko teritorijos drenažo. Horizontalią požeminio vandens migraciją komplikuoja ir miesto teritorijos ypatumai: technogeninis dirvožemis, pastatai, požeminiai įrenginiai ir komunikacijos.

Gruntinio vandens lygis svyruoja nuo 38 m absoliučiojo aukščio vakarinėje teritorijos dalyje iki 60 m absoliučiojo aukščio ir daugiau Panevėžio miesto centre. Jis staigiau žemėja daugiausia Nevėžio upės ir Sanžylės kanalo link, o kituose upeliuose (Žagienis, Juosta ir kt.) – gradientas ne toks intensyvus. Tiesiogiai miesto teritorijoje absoliutūs gruntinio vandens aukštis svyruoja maždaug nuo 48 iki 55 m AA. Požeminio vandens gylis svyruoja nuo 0 m pelkėse iki maždaug 7 m miesto centre ir senamiestyje. Dažniausiai vanduo slūgso 1–2 m gylyje.

Požeminio vandens mitybos zona apima didžiąją visos teritorijos dalį. Spūdinio vandens prietaka į gruntinį vandeningąjį sluoksnį vyksta siaurais ruožais palei upes: daugiausia vakarinėje pusėje, netoli Sanžylės kanalo. Prie Nevėžio upės tokie atvejai retesni.

Kartografuojamame plote stebimi šimtas devyniasdešimt šeši galimi taršos taškai. Šešiasdešimt iš jų yra priskiriami prie didelės požeminio vandens rizikos taškų, o dar 16 – ypač didelės rizikos. Elementariųjų vandens dalelių kelio nuo taršos šaltinių modeliavimo rezultatai leidžia daryti išvadą, kad jie iš esmės nesikerta su tiriamųjų šulinių kaptazo zonomis. Taršos prietaka galima tik kai kuriose gatvėse.

Analizuojant hidrocheminių komponentų koreliacijas ir asociacijų rodiklius, buvo išskirtos šios asociacijos: litogeninė, kuri atspindi vandeningojo sluoksnio litologines savybes, organogeninė, formuojama organinių medžiagų

source of groundwater resources in the Panevėžys town and its surroundings. The inflow from the bottom and constant head zones and rivers and through the outer boundaries of the model takes up only 11.1 %. In terms of the outflow, vertical filtration to deeper layers predominates (78.5 %). Less intensity of water outflow takes place into rivers (about 20.5 %). Only 0.76 and 0.2 % of the total outflow into the constant head sectors and through the outer boundary takes place. The most of the groundwater filtration takes place in the vertical direction. This is due to the predominant loamy deposits and low drainage of the territory. Horizontal groundwater migration is also complicated by the peculiarities of the urban area: technogenic soils, buildings, underground facilities and communications.

Unconfined groundwater head varies from 38 m Abs. High in the western part of the territory to 60 m Abs. High and more in the centre of the Panevėžys town. Groundwater is discharged evenly into the Nevėžis River and the Sanžylė Canal and is less intensive in other streams (Žagienis, Juosta, etc.). Immediately within the urban area, the absolute height of the head ranges from approximately 48 to 55 m Abs. High. The depth of groundwater varies from 0 m in wetlands to about 7 m in the city centre and in the Old Town. Usually, the head lies at a depth of 1–2 m.

The groundwater recharge zone covers the greater part of the territory. Discharges of confined groundwater into unconfined aquifer takes place in narrow sections along rivers. This is the case mainly on the western side, near the Sanžylė canal. Such cases along the Nevėžis River are less common.

One hundred ninety six potential pollution points are located in the mapped area. Sixty of them are classified as high groundwater risk hotspots and another 16 are as extremely high-risk hotspots. The simulation results of the water particle paths let us to conclude that they do not intersect with capture zone of the mapped wells. Pollution migration is possible through the capture zones on some streets only.

kiekio svyravimų, termogeninė, išreiškianti pH ir temperatūros santykį, bei redokso, kurią sudaro komponentai ir rodikliai, susiję su oksidacijos ir redukcijos potencialu. Hidrocheminiai komponentai yra labai įvairūs, jų anomalijos yra išsibarsčiusios viso miesto teritorijoje. Tačiau nitratų ir permanganato indekso anomalijos daugiausia sutelktos centrinėje miesto dalyje. Anomalūs sulfatų ir chloridų kiekiai iš dalies sietini su požeminio vandens iškrovos zonomis ar taršos taškais. Tačiau daugelį šių atvejų galima paaiškinti vandeningųjų sluoksnių uolienu, kuriose esama giliau slūgsančių sluoksnių dolomito ir gipso substrato, litologinėmis savybėmis.

Hidrocheminių tyrimų plote buvo nustatytos trys gruntinio vandens klasės, dvi grupės ir trys rūšys. Vyrauja hidrokarbonatinio vandens klasė ir tik mažuose plotuose yra sulfatinio ir chloridinio vandens intarpų. Šie inkluzai yra išsibarstę po miestą. Kalbant apie cheminės sudėties grupę, vyrauja kalcio vanduo, kartais – magnio vanduo. Natrio vandens kartografavimo plote nebuvo aptikta. Be to, yra trys vandens cheminės sudėties tipai: vyrauja II ir III tipai. Tai reiškia, kad ekvivalentus kalcio ir magnio jonų kiekis paprastai viršija hidrokarbonato jono kiekį. Taigi, vanduo yra gana kietas. Požeminio vandens kokybė yra prasta, kaip geriamasis jis daugumoje miesto šulinių nėra tinkamas. Paprastai daugumoje tirtų šulinių viršijamas bent vienas iš higienos normos HN 24: 2003 nustatytų rodiklių. Daugeliu atvejų cheminio deguonies suvartojimas viršija nustatytąją 5 mg/l O₂ ribą, taip pat esama didelio nitratų kiekio centrinėje miesto dalyje. Yra daugybė šulinių, kuriuose padidėjęs sulfatų kiekis, o amonio, nitrito ir chlorido jonų koncentracija taip pat yra gana didelė. Taip pat nustatyti nedideli plotai, kuriuose bendras ištirpusių kietųjų medžiagų kiekis viršija 1 g/l. Geros kokybės vanduo yra tik kai kuriuose šuliniuose ir gręžiniuose – dažniausiai miesto pakraštyje ar naujesniuose miesto rajonuose. Miesto dirvožemyje yra padidėjęs Pb, Cu ir ypač Zn kiekis, todėl šiuos sunkiuosius metalus galima laikyti miesto taršos indikatoriais. Zn kiekis vidutiniškai 2–2,5 karto viršija foninį lygį, taigi šis elementas daugiausia atspindi buitinę taršą ir dažnai siejamas su tarša organinėmis medžiagomis. Lyginant Zn

When analysing the correlations of hydrochemical components, indicators for associations were distinguished: “Lithogenic”, which is related to the lithologic properties of the aquifer and “Organogenic”, formed by the amount of organic matter, “Thermogenic”, which expresses the relationship between pH and temperature, and “Redox”, which is formed by components and indicators related to the oxidation-reduction potential.

The hydrochemical components are very diverse, with anomalies usually scattered all over the town area. However, nitrate and permanganate index anomalies are mostly concentrated in the central part of the town. Anomalous amounts of sulphates and chlorides are partly associated with groundwater discharge zones or pollution sites. However, most of these cases can be explained by the lithological properties of the bearing rocks, as a substrate of deeper laying dolomite and gypsum in the glacial Quaternary sediments.

Three classes, two groups and three types of the unconfined aquifer were identified. Bicarbonate water class predominates and only small areas contain sulphate and chloride water inclusions. These inclusions are scattered throughout the city. In terms of chemical composition group, calcium water predominates, with magnesium water spread in some cases. No sodium water was detected in the mapped area. In addition, there are three types of chemical composition of water: types II and III predominate. This means that the equivalent amount of calcium and magnesium ions usually exceeds the amounts of bicarbonate ions. Therefore, the water is quite hard.

The groundwater quality to be used for drinking in most parts of the town is poor. Usually, at least one of the indicators set by the hygiene standard HN 24: 2003 is exceeded in most of the studied wells. In many cases, the chemical oxygen demand exceeds the limit of 5 mg/l O₂ as well as nitrate value in the central part of the town. There are a number of wells with high concentrations of sulphates and ammonium, nitrite and chloride ions. There are also small



anomalijų pasiskirstymą Panevėžio miesto dirvožemyje su hidrocheminių rodiklių, susijusių su tarša, anomalijas, galima daryti išvadą, kad jų plotai pakankamai gerai sutampa. Todėl ateityje grunto geocheminių tyrimų rezultatai galėtų būti papildomas kriterijus pasirenkant tinkamus gruntinio vandens taršos stebėsenos taškus. ◆

areas with the amount of total dissolved solids exceeding 1 g/l. The water of good quality was found only in some wells and boreholes – usually on the outskirts of the town or lately settled districts.

The soil in the urban areas has an increased amount of Pb, Cu and especially Zn, therefore these heavy metals can be considered indicators of urban pollution. The amount of Zn exceeds the background level by an average of 2–2.5 times, thus, this element reflects domestic pollution and is often associated with pollution of organic matter. Comparison of the distribution of Zn anomalies in the soil of Panevėžys city and anomalies of hydrochemical indicators related to pollution allows concluding that their areas overlap quite well. In the future, the results of soil geochemical investigations could be applied as an additional criterion for choosing appropriate groundwater monitoring points. ◆



Potencialių taršos židinių inventorizavimas ir tyrimai

Inventory and investigations of potentially contaminated sites

V. Gregorauskienė, A. Slavinskas, Lietuvos geologijos tarnyba

Lietuvos geologijos tarnybos administruojamos Geologijos informacinės sistemos GEOLIS posistemyje „Geologinės aplinkos taršos židiniai“ 2020 metų pabaigoje buvo saugomi duomenys apie 12 557 potencialius taršos židinius (PTŽ). 2020 metais posistemis buvo papildytas informacija apie 8 juodligės taršos židinius, kurių anketiniai duomenys buvo surinkti Raseinių rajone lauko darbų metu, vykdant Valstybinės maisto ir veterinarijos tarnybos bei Sveikatos apsaugos ministerijos inicijuotą projektą atnaujinant informaciją apie gyvūnų laidojimo vietas (koordinatės, gyvulių skaičius, kapinyno būklė, žemės savininkas ir kt.). Informacija apie kitus 30 PTŽ, kurių duomenimis 2020 metais buvo papildytas „Geologinės aplinkos taršos židinių“ posistemis, buvo pateikta ekogeologinių tyrimų ataskaitose.

2020 metais atitinkamus leidimus turinčios geologinės įmonės Lietuvos geologijos tarnybai pateikė 161 ekogeologinių tyrimų ataskaitą. Ekogeologiniai tyrimai 22 užterštose prioritėtinėse teritorijose buvo atliekami vykdant Užterštų teritorijų tvarkymo 2013–2023 metų planą, patvirtintą aplinkos ministro 2012 m. rugsėjo 27 d. įsakymu Nr. D1-790, ir naudojant ES struktūrinių fondų lėšas, skirtas istorinei taršai likviduoti. Į prioritėtinių tvarkytinų teritorijų sąrašą įtraukiamos labiausiai užterštos teritorijos, keliančios didžiausią pavojų gamtinei aplinkai (požeminio ir paviršinio vandens kokybei) bei žmonėms (per miestų ir viešų teritorijų gruntą). Pavojingai užterštų teritorijų tvarkymą organizuoja savivaldybės. Praėjusiais metais jų iniciatyva buvo galutinai sutvarkyta 12 tokių

At the end of 2020, the data on 12 557 potential pollution hotspots (PTZs) were stored in the subsystem “Geological environment pollution hotspots” of the Geological Information System administered by the Lithuanian Geological Survey. In 2020, formation of the subsystem included the information on 8 anthrax outbreaks by use of questionnaires which were collected in the Raseiniai District during fieldwork. The subsystem was supplemented within the framework of a project initiated by the State Food and Veterinary Service and the Ministry of Health with updated information on animal burial sites (coordinates, number of animals, repository owner, etc.). The information on the other 30 PTUs, which was included in the subsystem “Geological foci of pollution” in 2020, was submitted in the reports of ecogeological research.

In 2020, geologically licensed companies submitted 161 ecogeological survey reports to the Lithuanian Geological Survey. Ecogeological surveys in 22 contaminated priority areas were carried out during the Contaminated Areas Management 2013–2023 plan approved by the Minister of Environment in 2012, September 27 by order no. D1-790 and used the EU structural funds to eliminate historical pollution. The list of priority areas to be managed includes the most polluted areas that pose the greatest risk to the natural environment (groundwater and surface water quality) and to people (through the soil of cities and public areas). The management of dangerously contaminated areas is organized by municipalities. Last year, 12 such areas were finally remediated on their initiative. During



teritorijų. Tvarkymo darbų metu dažniausiai buvo naudoti *ex-situ* metodai, naftos produktais ir sunkiaisiais metalais užterštą gruntą iškasant ir perduodant licencijuotiems tvarkytojams toliau valyti, o dviejuose Šiaulių miesto sklypuose gruntinio vandens paviršiuje esantis laisvų naftos produktų sluoksniš buvo likviduojamas *in-situ*.

Dauguma potencialiai užterštų teritorijų buvo tiriamos ir prireikus tvarkomos už savivaldos bei privačias lėšas. Grunto / dirvožemio ir požeminio vandens tarša preliminariai buvo ištirta 68 teritorijose, tolesnių detalių ekogeologinių tyrimų prireikė 24-iose teritorijose, 4 objektai buvo galutinai sutvarkyti, juose likviduoti grunto ir gruntinio vandens taršos židiniai, paveikti mišrios naftos produktų ir sunkiųjų metalų taršos. Ypatingas dėmesys buvo skiriamas urbanizuotoms užterštoms teritorijoms tvarkyti, pvz., Klaipėdos mieste savivaldybės iniciatyva buvo detalai ištirtos 9 chromu užterštos teritorijos, esančios greta uosto birių krovinių terminalo, ir parengti jų sutvarkymo planai. Tauragės, Šiaulių, Šilutės, Utenos, Vilniaus miestuose buvo sutvarkyti užteršti buvę pramoninės ir sandėliavimo paskirties sklypai, jie paversti saugiais ir tinkamais komercinių ir gyvenamųjų namų statybai.

Be to, teikiant metodinę pagalbą Aplinkos apsaugos departamentui, Specialiųjų tyrimų tarnybai bei kitų juridinių asmenų prašymu buvo parengti 33 raštai / studijos su išvadomis apie teritorijų taršos lygį bei galimas jos priežastis. Likviduojant UAB „Ekologistika“ gaisro Alytuje padarinius, suderinus veiksmus su Valskybine maisto ir veterinarijos tarnyba bei Nacionaliniu visuomenės sveikatos centru, įvykusio gaisro apylinkėse buvo atlikti paviršinio grunto tyrimai, nustatyti patvarūs organiniai teršalai (POT). Nustatyta, kad Lietuvoje netiriamų ir nereglamentuojamų dioksinų, furanų ir polichlorintųjų bifenių (PCB) suminė koncentracija, apskaičiuota remiantis Pasaulio sveikatos organizacijos WHO toksiškumo ekvivalentu, yra mažesnė nei 5 ng/kg, ir galinti užtikrinti saugų bioakumuliacijos lygį augaluose, t. y. gaisro metu su oro pernašomis tikėtinais užterštas dirvožemis nekelia didesnio pavojaus aplinkai ir žmogaus sveikatai. ◆

the management works, *ex-situ* methods were mostly applied, excavation of soil contaminated with oil products and heavy metals and transfer to licensed managers for further cleaning. In two Šiauliai city plots the layer of free oil products on the groundwater surface was liquidated *in-situ*.

Most of the potentially contaminated sites were investigated and, if necessary, managed with municipal and private funds. Soil / soil and groundwater pollution was preliminarily investigated in 68 areas, further detailed ecogeological studies were required in 24 areas, 4 sites were finally remediated, eliminating soil and groundwater pollution hotspots affected by mixed oil and heavy metal pollution. Particular attention was paid to the management of urbanized contaminated sites, e.g. at the initiative of the Municipality of Klaipėda, 9 chromium-contaminated territories adjacent to the port's bulk cargo terminal were investigated in detail and their remediation plans were prepared. In the cities of Tauragė, Šiauliai, Šilutė, Utena, and Vilnius, the contaminated former industrial and storage plots were cleaned up, making them safe and suitable for the construction of commercial and residential houses.

In addition, at the request of the Environmental Protection Department, the Special Investigation Service and other legal entities, 33 letters/studies were prepared with methodological assistance with conclusions on the level of pollution in the territories and its possible causes. In order to eliminate the consequences of the fire of UAB Ekologistika in Alytus, in coordination with the State Food and Veterinary Service and the National Public Health Centre, surface soil surveys were carried out in the vicinity of the fire to determine persistent organic pollutants (POPs). The total concentration of unexamined and unregulated dioxins, furans and polychlorinated biphenyls (PCBs) in Lithuania, calculated on the basis of the WHO toxicity equivalent of the World Health Organization, was found to be less than 5 ng/kg and could ensure a safe level of bioaccumulation in plants, i.e. the soil likely to be contaminated by air during the fire does not pose a major risk to the environment or human health. ◆

Arseno kilmės Lietuvos požeminiame geriamajame vandenyje nustatymas

The assesment of the origin of As in the Lithuania drinking groundwater

P. Pūtys, R. Radienė, J. Arustienė, Lietuvos geologijos tarnyba

2017 metais Raseinių r. esančių Šienlaukio ir Ražaitėlių vandenviečių požeminiame vandenyje buvo nustatyti didžiausią leidžiamą koncentraciją (DLK) geriamajame vandenyje viršijantys toksinio elemento arseno (As) kiekiai, o vėliau keliuose mažosiose vandenvietėse bei individualiuose vandens gavybos gręžiniuose As taip pat buvo aptikta gana daug. Todėl As kilmei išsiaiškinti ir nustatyti jo kiekio anomalijų ribas 2020 metais Šienlaukio ir Ražaitėlių vandenvietėse atlikti išsamūs tyrimai. Tuo tikslu išgręžti 2 tiriamieji ir 5 hidrogeologiniai gręžiniai. Tiriamuosiuose gręžiniuose (tiek iš vandeningųjų, tiek iš silpnai laidžių nuogulų sluoksnių) paimta kerno, o iš jo, savo ruožtu, mėginių: palinologinei, OSL, cheminei, mineraloginei analizei, molio mineralų tyrimams, taip pat arseno valentingumo formoms bei pesticidų kiekiui nustatyti. Vandeningųjų sluoksnių riboms patikslinti atliktas natūralios gama spinduliuotės karotažas ir elektrokarotažas. Hidrogeologinių tyrimų gręžiniuose atlikta bandomųjų išpumpavimų nustatyti filtracinius ir talpinius vandeningųjų sluoksnių parametrus: pratakumo koeficientą (km), tampriosios vandengražos koeficientą, pjezometrinį lygį. Spūdinųjų sluoksnių ir vandenviečių apylinkėse esančių šulinių vandenyje nustatyti hidrocheminiai parametrai: bendroji mineralizacija, kietumas, makrokomponentų jonai, geležies formos, neorganinės arseno As(III) ir As(V) formos, kai kurios organinio As formos, pesticidai ir jų metabolitai, permanganato indeksas, pH, Eh.

Gauti duomenys leidžia padaryti tokias apibendrinamąsias išvadas. Visų pirma tenka atmesti prielaidą apie galimą tiesioginį As

Some cases of arsenic amount increased value of 10 in confined aquifers of Lithuania were identified during 2018–2020. Therefore some geochemical and hydrochemical investigations were accomplished in order to ascertain the origin of arsenic anomalies in Šienlaukis and Ražaitėliai wellfields sites. Various types of analysis were performed. They were geochemical, mineralogical, clay minerals analysis, hydrochemical, As species analysis (in solid and aqueous phase), pesticides analysis etc. Additionally, hydrogeological pumping tests were performed in order to assess the hydrogeological parameters.

The main conclusion is there is no direct leakance of As species into confined aquifers from the earth surface in the Šienlaukis and Ražaitėliai sites. This conclusion is based on facts of no substantial As amount in the soils and dug wells and no organic (methylated) As species and metabolites of pesticides being available there.

The As amounts fit mostly in range of 0.9–2.5 ppm in solid phase. These amounts are quite compatible with ones in the Lithuania soils. In terms of lithological composition, there are rather increased amount of As in the clayey and silty aquitards comparing to the sandy aquifers. Here with As are compatible with so-called 'lithogenic' association of the chemical components is mostly coupled to clay minerals amount. As is characterised by a high correlation with sulphur (SO_3). This means there is quite large amount of As related to solid sulphides though no significant As amount being desorbed from sulfides into aqueous phase due to the strong anoxic conditions.



junginių patekimą į vandeningąjį sluoksnį iš dirvožemio ar gruntinio vandens. Nei dirvožemio, nei apylinkėse esančių šulinių vandens mėginiuose padidėjusio As kiekio nerasta (As koncentracija niekur neviršijo 1 mg/l). Neaptikta ir pesticidų pėdsakų, nerasta organinių (metilo) As formų, kurios palankiomis anaerobinėmis sąlygomis, veikiant mikroorganizmams, susidaro įmirkusiame dirvožemyje. Taigi, jei nedidelė As junginių dalis iš dirvožemio ir patenka į vandeninguosius sluoksnius, tai vyksta nebent mitybos zonoje, tačiau per ilgą migracijos laiką pesticidai suyra, o dirvožemyje susikaupusios As metilo formos gali būti demetilintos. Metilintos As formos dirvožemyje mikroorganizmų dažnai redukuojamos iki dimetilarsono, kuris yra lakus junginys ir pasišalina iš dirvožemio į atmosferą. Taigi, net jei dirvožemis silpnai ir užterštas As, per ilgą laiką jo kiekis natūraliai sumažėja.

Tiriamų Šienlaukio ir Ražaitėlių vandenviečių gręžinių kvartero nuogulose nustatytas nedidelis As kiekis: svyruoja 0,9–2,5 mg/kg, kas visiškai sutampa su bendru As kiekiu Lietuvos dirvožemiuose. Būdinga ir tai, kad smėlingose vandeningųjų sluoksnių nuogulose As yra kiek mažiau, o silpnai laidžiuose priemolio sluoksniuose – daugiau. As čia gerai koreliuoja su „litogeninės“ asociacijos cheminiais elementais: Ga, Ni, V, Li, Al, Rb, K, Sn, Fe – jų taip pat buvo fiksuojama ankstesniuose dirvožemių geocheminiuose tyrimuose. Gera As koreliacija su siera (analizėje pateikta SO_3 forma) rodo, kad nemažai grunte esančio As yra sulfidų mineralų sudėtyje, nors anoksinėmis sąlygomis iš šių junginių tik labai nedidelis kiekis As gali pereiti į tirpalą. Tą patvirtina ir faktas, kad žemiau slūgsančiuose apatinės kreidos Jiesios svitos ir viršutinės jūros Ažuolijos svitos nuogulose randamas palyginti didelis As (taip pat ir SO_3) kiekis (8–14 mg/kg) ir net vizualiai aptinkami piritio kristalai akivaizdžiai nedaro įtakos As koncentracijai šių sluoksnių požeminiame vandenyje – čia jo mažiau nei 1 mg/l.

Šienlaukio gręžinyje aptikti du vandeningieji sluoksniai, kuriuose As kiekis yra anomalus: 23–42 m gylyje esantis viršutinio Nemuno–Medininkų tarpmoreninis vandeningasis sluoksnis (ŠVS-1), su aleuritingo smėlio ir priemolio

In terms of anomalous As three aquifers are found in Šienlaukis and Ražaitėliai sites. The upper anomalous aquifer in Šienlaukis site is characterized by a bigger part of As(III) species and specific for reducing conditions ($Eh < +100$ mV) colours of aquitard deposits as well. Very specific indication of reducing conditions is dark organogenic interlayer take in the aquifer. Additionally, extremely low concentration of sulfates marks bacterial sulphide reduction could occur there. Therefore, with quite high pH value and reduction of Fe oxy-hydroxides the formation of thio-anions (thio-arsenates and thio-arsenites) takes place. High mobility of thio-anions in aqueous phase enables high total amount of arsenic in groundwater (30–50 mg/l).

The other anomalous aquifers are characterized by prevailing As(V) species and herewith reducing conditions yet. It is due to penta-valent thio-arsenates are formed in the presence of zero-valent sulfur.

In terms of the common distribution of As values in Lithuania, essentially circumstance is As values are distributed unequally along the vertical direction of the aquifers (Fig. 1). High As values were detected in the depth of 25–55 m. These aquifers are mostly coupled to Nemunas and Medininkai interglacial layers.

There are some places with As values being increased in Lithuania soils. However, this increasing is not as significant as one in aquifers. Moreover, the difference between agricultural land soils and forests is quite negligible. Therefore, no impact of pesticides can be detected there.

It is notable, the variance of amounts of chemical components (including As) is highly related to some hydrogeological parameters such as specific well yield. The bigger specific yield the lower variance of the values is available (Fig. 2). It depends on fact the flow of higher mass of water means the As values to be coupled to the hydrochemical background of the large territory and vice versa. Obviously, no exceed of the 10 mg/l limit is available with specific yield being higher than 4 l/s. Therefore, some increase of As values in Lithuania drinking groundwater can occur due to some wellfields activities being decreased nowadays. ◆

tarpsluoksniais ir 63–65 m gylyje slūgsantis Medininkų–Žemaitijos tarpmoreninis ŠVS-2. Ražaitėlių vandenvietėje tokių sluoksnių yra tik vienas – 24–29 m gylyje esantis viršutinio Nemuno–Medininkų tarpmoreninis RVS-1.

ŠVS-1 požeminiame vandenyje vyrauja As(III) forma ir kartu aptinkama vyraujanti Fe(II) forma. Būdinga ir tai, kad nors grunte esančio As kiekis čia nėra didelis (0,64–2 mg/kg), jame vyraujanti As forma taip yra trivalentė, kitais atvejais grunte nustatytas didesnis kiekis penkiavalentės As. Be to, šiame vandeningajame sluoksnyje (VS) maždaug 38 m gylyje aptiktas 20 cm storio juodo sapropelio sluoksnis, kuris susiformavo Vidurinio Nemuno apledėjimo termostadialo laikotarpiu. Žemiau slūgsančiam Medininkų morenos sluoksniui būdinga pilka ir žalsvai pilka spalva, o jo sudėtyje As santykinai daugiau – 2,96 mg/kg. Visi šie požymiai rodo, kad vandeningajame sluoksnyje vyrauja žemo oksidacijos-redukcijos potencialo ($E_h < +100$ mV) sąlygos. Dar vienas įdomus šio sluoksniu požeminio vandens bruožas – ypač maža sulfato jono koncentracija – 2–5 mg/l. Tai gali reikšti, kad šiame sluoksnyje vyksta bakterinė sulfatų redukcija. Sulfatai, savo ruožtu, reaguoja su Fe hidroksidais, juose esantis As redukuojamas ir išplaunamas į požeminį vandenį, be to, susidaro nulinio valentingumo sieros (S^0) formos. Šių reakcijų rezultatas, kai $pH > 7$ – arseno tioanjonų (tioarsenatų ir tioarsenitų) formavimasis redukcinėje aplinkoje. Beje, tioarsenatų susidarymas dalyvaujant S^0 paaikškina, kodėl griežtai redukcinėmis sąlygomis egzistuoja penkiavalentės As formos. Dėl didelio arsenitų ir ypač tioarsenatų mobilumo požeminiame vandenyje susikaupia gana nemaža As koncentracija (30–50 mg/l) šio sluoksniu požeminiame vandenyje.

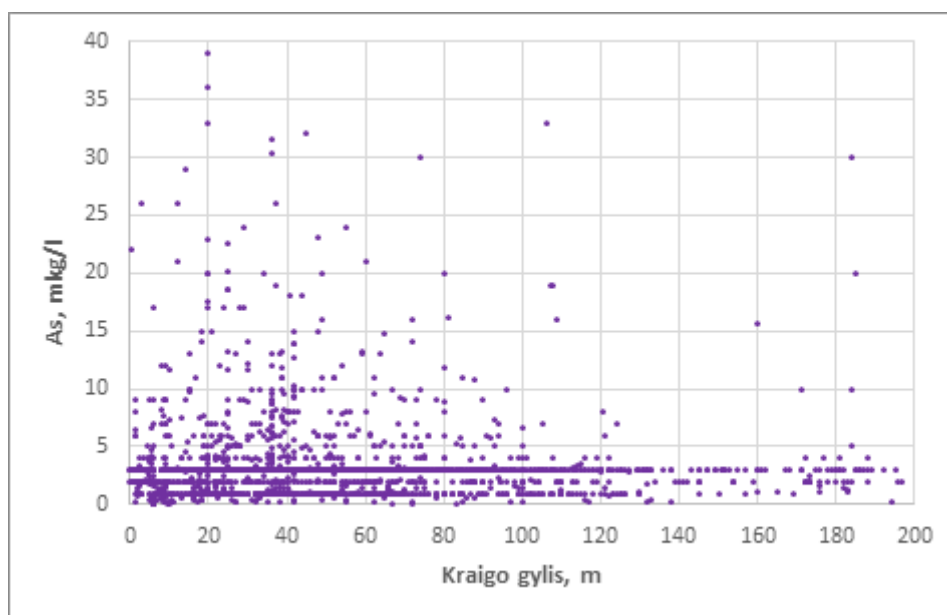
Žemiau slūgsančiame ŠVS-2 sluoksnyje As kiekis mažesnis – iki 27 mg/l, o požeminiame vandenyje vyrauja oksidacinė As forma. Tai, gi, čia sąlygos nėra griežtai redukcinės. Tačiau divalentės Fe čia daug – 2,2 mg/l, o trivalentės – tik 0,01 mg/l. Grunte Fe irgi nemažai – 23,6 g/kg, o sprendžiant iš „litogeninių“ elementų kiekio, nemažai yra ir molio mineralų. Vadinasi, oksidacijos-redukcijos potencialas šiame sluoksnyje

taip pat gana žemas, be to, dideliame ištirpusių Fe oksidų / hidroksidų bei molio mineralų kiekyje esama daugiau absorbuotų As formų, kurios redukcinėmis sąlygomis pereina į tirpalą, kur įsivyrąja tioarsenatai.

RVS-1 sluoksnyje aptinkamas bendras As kiekis požeminiame vandenyje – 20–22 mkg/l. Šiuo atveju anomalaus As kiekio kilmę paaikškinti sunkiau, nes bendrosios Fe kiekis yra nedidelis – 0,7–0,8 mg/l, kas artima Lietuvos požeminio vandens Fe medianinei reikšmei. Tačiau trivalentės Fe mažai, vadinasi, santykis ir vėl rodo esant anaerobines redukcines sąlygas. Be to, 26–27 m gylyje aptiktas aleuritingo smėlio tarpsluoksniu, kuriame As kiekis didesnis nei aukščiau ir žemiau slūgsančiose nuogulose – 2,45 mg/kg.

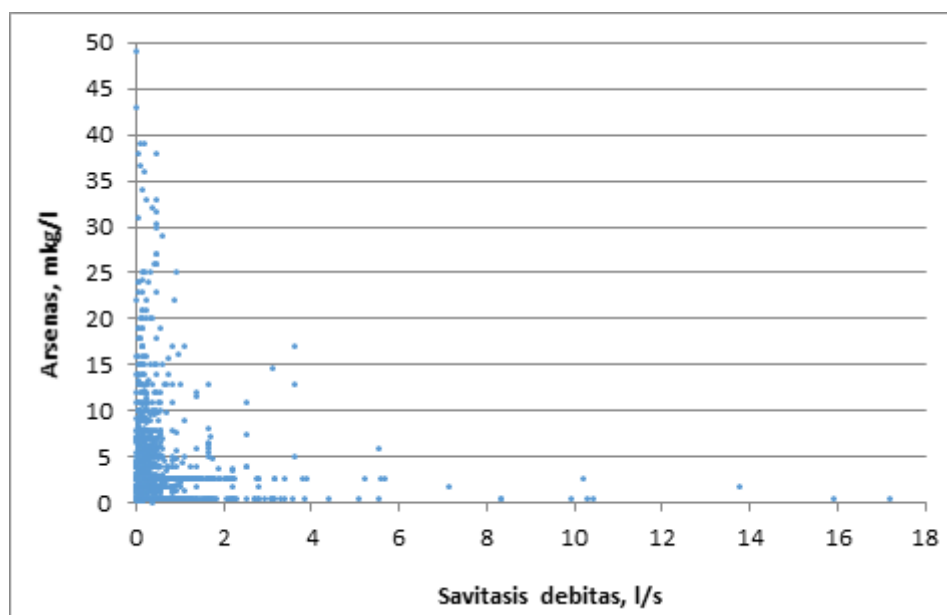
Nagrinėjant bendrą As pasiskirstymą Lietuvos spūdinio požeminio vandens sluoksniuose, aiškėja, kad pjūvyje jo reikšmės pasiskirsto taip pat netolygiai (1 pav.). Daugeliu atvejų jo anomalijos susitelkusios maždaug 25–55 m gylyje, kas paneigia As junginių migracijos iš giliųjų vandeningųjų sluoksnių per tektoninius plyšius ar neužsandarintus giliuosius gręžinius tikimybę. Analizuojant 2019–2020 metais įrengtų gręžinių hidrocheminės analizės duomenis, apskaičiuota, kad procentas mėginių, kuriuose arsenas viršija 10 mg/l, pagal vandeninguosius sluoksnius pasiskirsto taip: 5,4 proc. tokių atvejų aptikta tarp Viršutinio Nemuno (Baltijos–Grūdų) vandeningųjų sluoksnių (VS) mėginių, 5,5 proc. – tarp Viršutinio Nemuno–Medininkų tarpmoreninio VS mėginių, 3,2 proc. – tarp Medininkų–Žemaitijos VS, 5,6 proc. – tarp viršutinio devono (daugiausia Tatulės ir Kupiškio VS) ir 2,3 proc. – tarp likusių VS (Žemaitijos–Dainavos, apatinės kreidos bei viršutinio permio vandeningųjų sluoksnių mėginių).

Kokią reikšmę formuojant As pasiskirstymą požeminiame vandenyje turi As kiekis ir procesai, vykstantys mitybos zonos dirvožemyje, – diskutuotinas klausimas. Lietuvos dirvožemiuose As kiekis pasiskirstęs labai nevienodai: daugiausia jo randama Šiaurės Lietuvos (Lielupės ir Nemunėlio baseinuose), taip pat pietinės-pietvakarinės Lietuvos (Marijampolės, Kauno, Alytaus r.) dirvožemyje ir upių dugno nuosėdose. Būtent šių re-



1 pav. Arseno kiekio požeminiame vandenyje pasiskirstymas pagal sluoksnio kraigo gylį.

Fig. 1. The distribution of groundwater arsenic amount along the depth of aquifers top.



2 pav. Arseno kiekio priklausomybė nuo vandeningojo sluoksnio savitojo debito.

Fig. 2. The relation between arsenic amount and specific well yield of aquifers.

gionų vandenvietėse dažnai aptinkamas padidėjęs As kiekis, nors jo dispersija Lietuvos mastu ir nėra didelė. Vis dėlto, atsižvelgiant į tai, kad dirbamu žemių ir miško dirvožemių As kiekio skirtumas nėra labai reikšmingas, galima daryti išvadą, kad jo variacija daugiausia yra natūralus reiškinys ir vargu ar susijusi su kokia nors tarša pesticidais.

Taip pat verta atkreipti dėmesį į tą faktą, kad cheminių komponentų, nustatomų požeminiame vandenyje, koncentracijų dispersija – ir As čia nėra išimtis – priklauso nuo gręžinio debito, o kartu ir nuo savitojo debito reikšmės (2 pav.).

Analizuojant 2011–2020 metų hidrocheminius duomenis nustatyta, kad As koncentracija beveik niekur neviršija 10 mg/l, jeigu savitasis debitas gręžinyje $q > 4$ l/s. Kitaip tariant, esant didesnio debito vandens filtracijai, jo hidrocheminė sudėtis labiau atspindi didelės teritorijos fonines reikšmes, o priešingu atveju – lokalias hidrogeochemines sąlygas. Todėl verta patikrinti versiją, kad didelio skaičiaus As anomalijų požeminiame vandenyje aptikimo priežastis (jeigu tai nėra dėl nekorektiško mėginių paėmimo ar laboratorijų analizės) gali būti mažųjų vandenviečių faktinio debito sumažėjimas pastaraisiais metais. ◆

Juodligės židiniai Lietuvoje ir jų poveikis gamtinei aplinkai

Anthrax hotspots in Lithuania and their effects on the natural environment

A. Slavinskas, Lietuvos geologijos tarnyba

Juodligės atsiradimo priežastys, paplitimas ir grėsmė sveikatai

Juodligė yra ūmi infekcinė liga, pasireiškianti intoksikacija, sepsiu, ūminių pūlingų uždegimų (kurbunkulų) atsiradimu, karščiavimu. Juodlige gali sirgti tiek gyvuliai, tiek žmonės. Juodligės sukėlėjai taip pat gali būti panaudoti kaip biologinis ginklas. Ligos sukėlėjas yra *Bacillus anthracis* – stambi, lazdelės formos bakterija. Juodligės bakterijos, patekusios į nepalankias sąlygas, sudaro sporas. Tai gali būti bedeguonė aplinka, giliai po žeme, kur nepatenka saulės spinduliai. Bakterija atspari šalčiui, verdant žūva momentaliai. Kai kurie rašytinių šaltinių autoriai teigia, kad juodligės sporos gali išgyventi sausoje žemėje daugiau nei 100 metų ir, patekusios į palankias sąlygas, sukelti grėsmę žmonių bei gyvūnų sveikatai. Laukuose, kuriuose užkasti nuo juodligės kritę gyvuliai, šios sporos išsilaiko iki kelių dešimtmečių. Iš gilesnių žemės sluoksnių sporos gali būti iškeliamos į paviršių vykdant melioracijos darbus, kasinėjant žemę, jas gali išplauti lietūs, todėl ganomi tokiose vietose gyvuliai gali užsikrėsti. Pagal užsikrėtimo būdą galimos odos, plaučių, žarnų arba sepsinės (kraujo užkrėtimo) juodligės formos. Jei atsitinka taip, kad sporos iškeliamos į paviršių ir patenka į palankias sąlygas (pavyzdžiui, per žaizdą ar kvėpavimo takus į žmogaus organizmą), jos gali sukelti grėsmę sveikatai (Užkrečiamųjų ligų ir AIDS centras, 2011).

Galvijų avių, ožkų, arklių ir kiaulių juodligė ypač buvo išplitusi pasaulyje XX a. pradžioje. Tarptautinio epizootijų biuro (TEB) duomenimis, ši liga yra enzootinė daugelyje Afrikos ir

Causes, prevalence and health threats

Anthrax is an acute infectious disease which manifests by intoxication, sepsis, occurrence of acute purulent inflammations (carbuncles) and fever. It is spread between animals and people. Anthrax agents also can be used as biological weapon. *Bacillus anthracis* is a large rod-shaped bacterium. Under unsuitable conditions, this bacterium forms endospores. The unsuitable environment occurs deeply underground with anaerobic conditions where sunlight never penetrates. The bacterium is cold resistant but perishes while boiling. Some authors maintain that anthrax spores can remain inactive in dry soil for more than 100 years and become infective under suitable environmental conditions posing threat for animals and humans. In the fields with buried remains of animals these spores remain potentially infective for a few tens of years. The spores may be raised from the deeper soil layers during land reclamation works or washed out by rainfalls. Animals pasturing in such areas may get infected. Anthrax can occur in four forms: skin, lungs, intestinal and sepsis. When spores are raised onto the surface and into suitable conditions (e.g. have an opportunity to penetrate into organism through wounds or respiratory tract), they pose threat to health (Centre for Communicable Diseases and Aids, 2011).

Anthrax in livestock among sheep, goats, horses and pigs was especially widespread over the world at the beginning of the 20th century. According to the data of the International Epizootic Bureau, this disease is enzootic in many African and Asian countries and in the American



Azijos šalių, Amerikos ir Australijos žemynuose, fiksuojama ir Europos Sąjungos šalyse. Užsikrėsti juodlige galima per užterštą dirvožemį, suvalgius maisto iš sergančių gyvūnų, įkvėpus juodligės sporų su užterštu oru (Užkrečiamųjų ligų ir AIDS centras, 2011).

Lietuvoje susirgimų juodlige pradėta registruoti nuo 1912 metų. Nuo 1920 iki 1986 metų buvo užregistruoti 187 žmonių ir 1006 gyvulių susirgimų juodlige atvejai. Didžiausias gyvulių sergamumas buvo 1935–1940 metais ir 1953–1957 metais. Paskutiniai gyvulių susirgimų juodlige atvejai Lietuvoje buvo nustatyti 1986 metais (Šalčininkų r. – 1 atvejis ir Panevėžio r. – 1 atvejis) ir 1998 metais (Ukmergės r. – 1 atvejis) (<http://www.infekcija.lt/lt/juodlige/>).

Juodligės taršos židinių inventorizacijos rezultatai

Juodlige susirgę ir nugaišę gyvuliai buvo sudeginami. Deginimo atliekos užkasamos po žeme, o sirgusio juodlige gyvulio buvimo vieta (tvartas, gyvulio gulėjimo vieta) dezinfekuojama (žr. 1 pav.). Vieta, kurioje buvo užkastas juodlige sirgęs gyvulys, šiandien yra laikoma nuolatinio potencialiu taršos židiniu (toliau – juodligės taršos židiniu), kurio apsauginėje zonoje draudžiama bet kokia ūkinė ar kitokia veikla.

Nuo 1997 metų juodligės taršos židinių priežiūrą ir registraciją Lietuvoje vykdo Valstybinė maisto ir veterinarijos tarnyba (VMVT). Tačiau



1 pav. Sergančio juodlige gyvulio sudeginimas (kairėje) ir vietos dezinfekcija (dešinėje) 1958 m. Akmenių kaime Lazdijų r. (Lazdijų VMVT archyvas).

and Australian continents. It is also recorded in the countries of the EU. It is possible to get infected with anthrax through the contaminated soil, by eating food products of infected animals, and by inhaling anthrax spores with contaminated air (Centre for Communicable Diseases and Aids, 2011).

In Lithuania anthrax infections have been recorded since 1912. Between 1920 and 1986, 187 cases in humans and 1006 cases in livestock were recorded. The outbreaks of livestock infections were observed in 1935–1940 and 1953–1957. The last cases of anthrax infection were recorded in 1986 (in the Šalčininkai District 1 case, Panevėžys District 1 case) and in 1998 (in the Ukmergė District 1 case) (<http://www.infekcija.lt/lt/juodlige/>).

Results of anthrax pollution hotspot inventory

The livestock that died from anthrax infection used to be incinerated. The incineration waste would be buried underground and the location of the animal suffering from anthrax (barn, animal bedding) would be disinfected (Fig. 1). The burial site of livestock infected with anthrax today is regarded as a permanent potential contamination hotspot (hereinafter anthrax contamination hotspot) in whose buffer zone any economic or other activity is prohibited.



Fig. 1. Incineration of the animal infected with anthrax (left) and disinfection of the site (right) in 1958 in the Akmenys Village of the Lazdijai District (Lazdijai Archive of the SFVS).

dauguma (apie 73 proc.) šių židinių nebuvo užregistruota valstybinėje geologinės informacijos sistemoje (GEOLIS) ir kėlė potencialią grėsmę žmonių sveikatai ir gamtinei aplinkai.

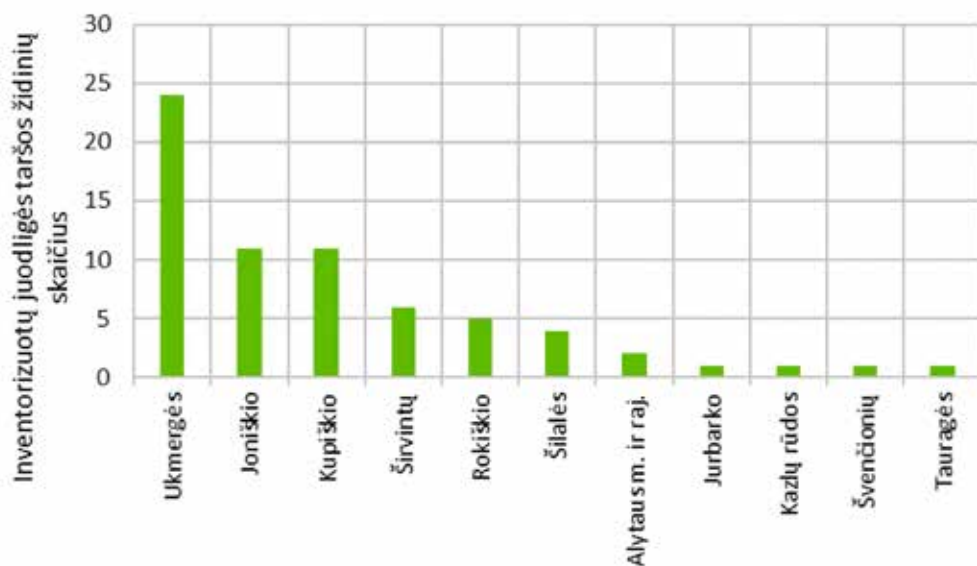
Lietuvos geologijos tarnyba (LGT) juodligės taršos židinių inventORIZACIJĄ ir registraciją GEOLIS vykdė 2002–2009 metais. Nuo 2010 iki 2014 metų juodligės taršos židinių registracija nebuvo atliekama. 2014 metais LGT parengė juodligės taršos židinių inventORIZACIJOS programą, kurios tikslas buvo 2015–2020 metų laikotarpiu, bendradarbiaujant su VMVT specialistais: 1) patikslinti informaciją apie GEOLIS registruotus juodligės taršos židinius. Informacija buvo tikslinama gretinant 2002–2009 metais GEOLIS registruotus ir VMVT fiksuotus duomenis; 2) inventurizuoti GEOLIS neregistruotus, bet VMVT užfiksuotus juodligės taršos židinius. Inventurizacija vykdyta apilankant VMVT fiksuotas vietas.

LGT 2002–2009 metais inventurizavo 67 juodligės taršos židinius vienuolikoje Lietuvos rajonų (2 pav.). Daugiausia juodligės židinių šiuo laikotarpiu fiksuota Ukmergės, Joniškio ir Kupiškio rajonuose. Gretinant šių židinių duomenis su VMVT pateiktais duomenimis nustatyta, kad abiejų institucijų duomenys sutampa, todėl laikyta, kad minėtu laikotarpiu GEOLIS registruotų juodligės taršos židinių informacija yra patikima ir tiksli (1 lent.).

Since 1997, the monitoring and registration of contamination hotspots in Lithuania have been executed by the Lithuanian State Food and Veterinary Service. Yet most of these hotspots (about 73 %) have not been included into the geological information system of Lithuania (GEOLIS) and were regarded as potential threat to human health and natural environment.

The Lithuanian Geological Survey (LGT) implement inventory and registration of anthrax hotspots in 2002–2009. Between 2010 and 2014 registration, the registration was not implemented. In 2014, the LGT worked out a program for 2015–2020 for inventory of contamination sites in cooperation with the specialists from the SFVS. Its aims is to: 1) specify the information about the anthrax contamination sites registered in GEOLIS. The information was updated by comparison of data registered in 2002–2009 by GEOLIS and by SFVS; 2) inventory the contamination sites unregistered in GEOLIS but registered by SFVS. The inventory was implemented by visitation to the sites registered by the SFVS.

In 2002–2009, the Lithuanian Geological Survey inventoried 67 anthrax contamination sites in eleven Lithuanian districts (Fig. 2). The greatest numbers of anthrax hotspots were determined in the Ukmergė, Joniškis and Kupiškis



2 pav. 2002–2009 m. Lietuvos geologijos tarnybos inventurizuoti ir užregistruoti juodligės.

Fig. 2. Inventoried and registered anthrax contamination sites in different Lithuanian districts in 2002–2009.

1 lentelė. Lietuvos geologijos tarnybos inventorizuoti ir Valstybinės maisto ir veterinarijos tarnybos fiksuoti juodligės taršos židiniai.

Table 1. Anthrax contamination sited inventories by the Lithuanian Geological Survey and recorded by the SFVS.

Nr.	Rajonas	¹ VMVT fiksuoti juodligės taršos židiniai (atvej.)	² GEOLIS registruoti juodligės taršos židiniai (atvej.)	
			2002–2009 m.	2015–2020 m.
1	Akmenės	4		4
2	Alytaus m. ir rajono savivaldybės	2	2	
3	Anykščių	12		12
4	Biržų	10		10
5	Druskininkai	1		0
6	Ignalinos	6		6
7	Jonavos	11		11
8	Joniškio	11	11	
9	Jurbarko	1	1	
10	Kaišiadorių	4		5
11	Kauno miesto ir rajono savivaldybės	18		18
12	Kazlų Rūdos	1	1	
13	Kėdainiai	15		6
14	Kelmės	1		1
15	Kretingos	3		3
16	Kupiškio	11	11	
17	Lazdijai	2		1
18	Marijampolė	1		1
19	Molėtų	5		11
20	Pakruojo	12		13
21	Panevėžio miesto ir rajono savivaldybės	28		28
22	Pasvalio	12		12
23	Prienų	6		6
24	Radviliškio	5		5
25	Raseiniai	10		8
26	Rietavo	1		1
27	Rokiškio	5	5	
28	Šalčininkų	2		3
29	Šiaulių miesto ir rajono savivaldybės	14		13
30	Šilalės	4	4	
31	Širvintų	6	6	
32	Švenčionių	1	1	
33	Tauragės	1	1	
34	Telšių	1		1
35	Ukmergės	24	24	
36	Utenos	1		1
37	Varėnos	2		2
38	Vilkaviškio	2		2
39	Vilniaus miesto ir rajono savivaldybės	7		5
Iš viso:		263	67	189

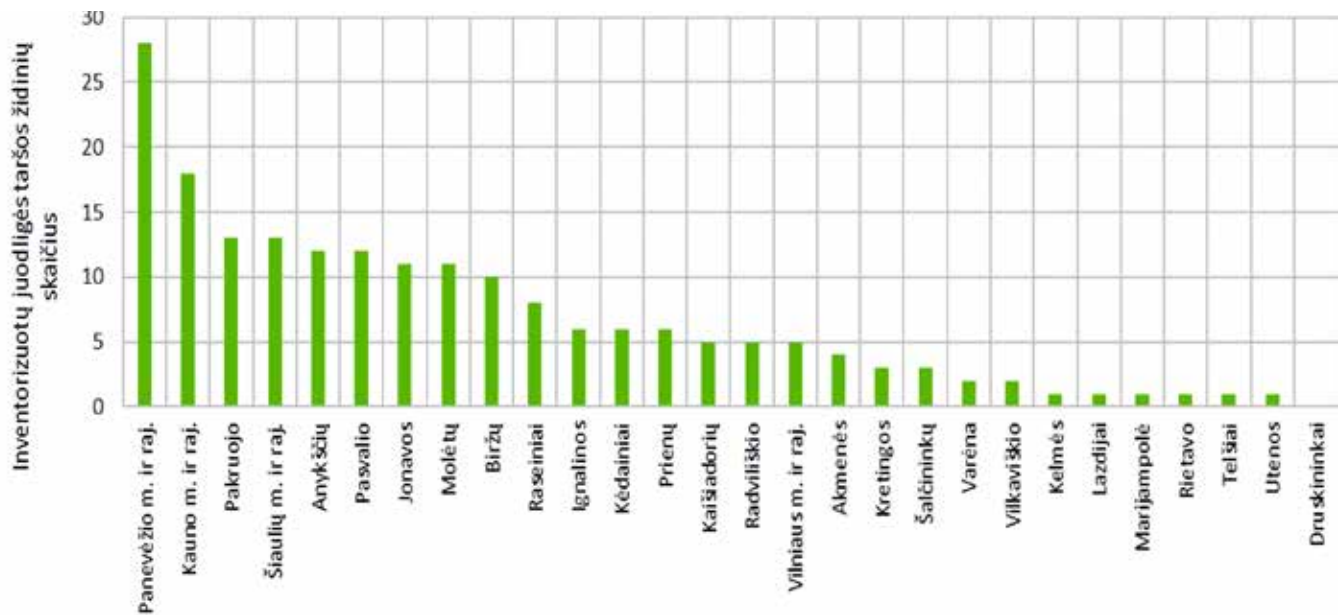
¹VMVT – Valstybinė maisto ir veterinarijos tarnyba.

²GEOLIS – Valstybinė geologinės informacijos sistema.

Igyvendinant 2014 metais LGT parengtos juodligės taršos židinių inventurizacijos programos antrąjį tikslą, 2015–2020 metais inventurizuoti 189 GEOLIS neregistruoti, bet VMVT užfiksuoti juodligės taršos židiniai. Šių židinių vietos apėmė 28 Lietuvos rajonus (1 lent., 2 pav.). Daugiausia juodligės taršos židinių inventurizuota Panevėžio, Kauno ir Šiaulių miestų ir rajonų savivaldybėse. Taip pat Ukmergės, Anykščių ir Pasvalio rajonuose (1 lent., 3 pav.).

districts. Comparison of the data about these hotspots with the data from the SFVS showed that the data of the both institutions coincide. Thus, the GEOLIS data about the anthrax hotspots is regarded as reliable and precise (Table 1).

For fulfilment of the second aim of the LGT inventory program, 189 contamination sites were inventoried, which had not been registered in GEOLIS but recorded by the SFVS. These



3 pav. 2015–2020 metais Lietuvos geologijos tarnybos inventurizuoti ir užregistruoti juodligės taršos židiniai skirtinguose Lietuvos rajonuose.

Fig. 3. Hotspots of anthrax inventoried and registered by the Lithuanian Geological Survey in 2015–2020 in different Lithuanian districts.

Vykdamas neužregistruotų juodligės taršos židinių inventurizaciją buvo pastebėta, kad dalis šių juodligės taršos židinių buvo nekontroliuojami ir neprižiūrimi: nuimti išpėjamieji ženklai, žymintys juodligės taršos židinio vietą, taip pat išardytos apsaugos zoną žyminčios tvorelės. Šios priežastys nulėmė, kad dalis VMVT fiksuotų juodligės židinių vietų nebuvo inventurizuota arba jų paieškos atėmė nemažai laiko. Nepaisant to, daugumoje rajonų juodligės taršos židinių vietos buvo prižiūrimos: pažymėtos išpėjamaisiais ženklais („kasinėti draudžiama“), teritorijos aptvertos, jose nevykdoma ūkinė veikla, židinio vieta uždengta gelžbetonio plokštėmis (4 pav.).

sites are distributed in 28 Lithuanian districts (Table 1; Fig. 2). The greatest numbers of anthrax hotspots were inventoried in the Panevėžys, Kaunas and Šiauliai city and district municipalities; also in the Ukmergė, Anykščiai and Pasvalys districts (Table 1; Fig. 3).

Šiuo metu valstybinėje geologinės informacijos sistemoje (GEOLIS) iš viso yra užregistruota 256 juodligės taršos židiniai iš 43 Lietuvos rajonų (1 lent., 4 pav.). Septyniolikoje Lietuvos rajonuose

The inventory of unregistered anthrax hotspots showed that some of them were not controlled and mishandled: the warning signs marking the contaminated site have been removed and the fences marking the buffer zone have been dismantled. For this reason some anthrax contamination sites had not been inventoried and their determining took much time. Nevertheless, in the majority of districts, the contamination sites were well controlled: warning signs ‘digging prohibited’ were in place, territories fenced, economic activities prohibited, and the focal points covered with reinforced concrete slabs (Fig. 4).



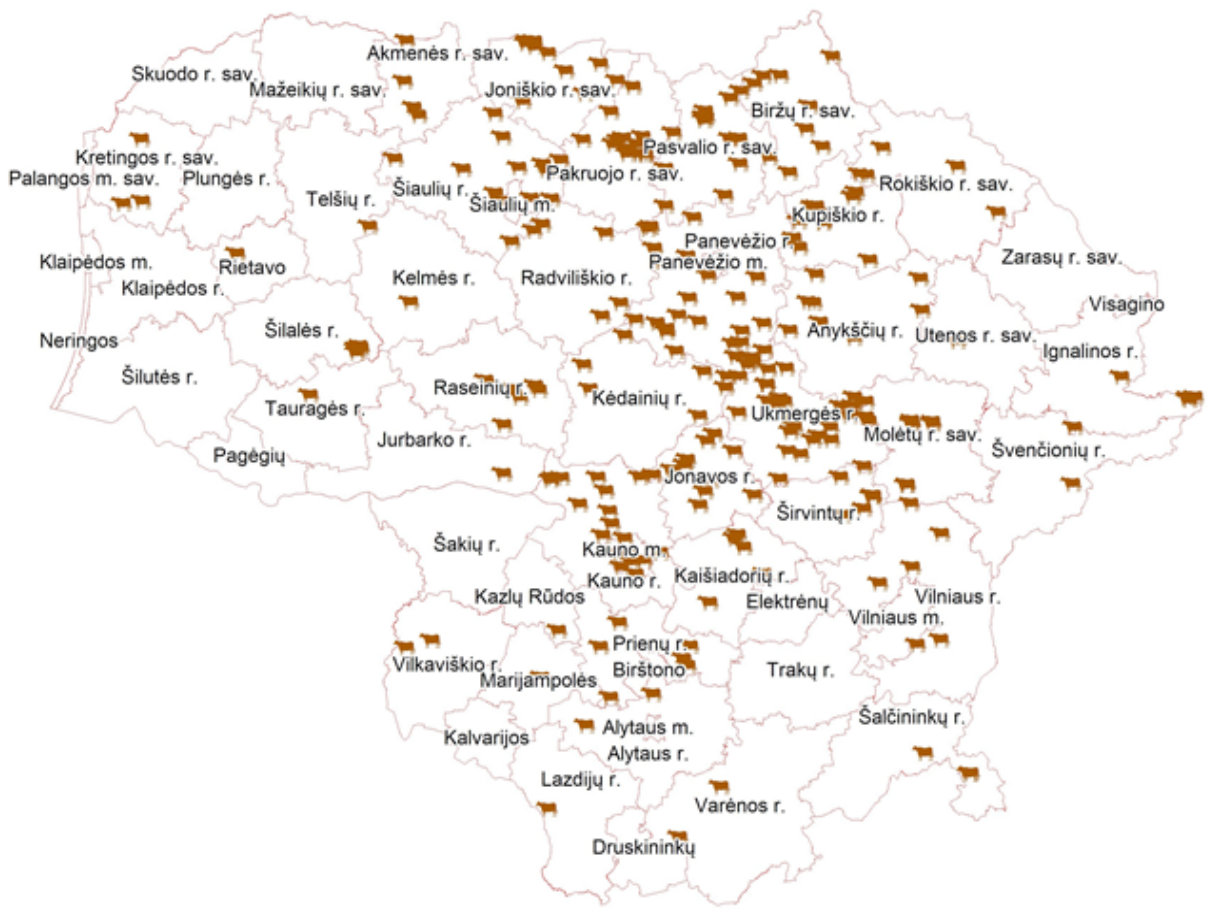
4 pav. Juodligės taršos židinių vietos Bertužių k. (Šiaulių r.) (kairėje) ir Maugarų k. (Kupiškio r.) (dešinėje) (A. Slavinsko nuotr.).



Fig. 4. Anthrax hotspots in the Bertužiai Village (Šiauliai District) (left) and Maugarai Village (Kupiškis District) (right) (photo by A. Slavinskas).

nų (Elektrėnų, Mažeikių, Kalvarijos, Klaipėdos miesto ir rajono, Šilutės, Šakių, Plungės, Palangos, Skuodo, Trakų, Zarasų, Visagino, Pagėgių, Neringos, Birštono, Druskininkų) juodligės taršos židinių VMVT ir LGT nėra užfiksuota (5 pav.).

At present, the GEOLIS has 256 registered anthrax contamination sites from 43 districts (Table 1; Fig. 4). In seventeen Lithuanian districts (Elektrėnai, Mažeikiai, Kalvarijos, Klaipėda city and district, Šilutė, Šakių, Plungė, Palanga, Skuodas, Trakai, Zarasai, Visaginas, Pagėgiai,



5 pav. Valstybinėje geologinės informacijos sistemoje (GEOLIS) registruoti (2002–2020 m.) juodligės taršos židiniai.

Fig. 5. Anthrax contamination sites registered in the Survey system (GEOLIS) in 2002–2020.

Pabaigus nuolatinių juodligės taršos židinių vietų inventorizavimą, tikslingą toliau užtikrinti tinkamą židinių priežiūrą. Tam VMVT rengia juodligės taršos židinių vietų ženklavimo tvarką. Savivaldybės kartu su VMVT darbuotojais paženklinys nuolatinės juodligės taršos židinių vietas žemės sklypuose. Taip pat bus nustatyta ūkinės veiklos apribojimų tuose židiniuose trukmė.

Lietuvos geologijos tarnyba nuoširdžiai dėkoja rajoninių padalinių Valstybinės maisto ir veterinarijos tarnybos specialistams už pagalbą suteikiant informaciją apie juodligės taršos židinių vietas. ◆

Neringa, Birštonas, and Druskininkai) anthrax contamination sites have not been recorded neither by the Survey nor by the SFVS (Fig. 5).

After completion of inventory of anthrax contamination sites it is expedient to ensure appropriate control of these sites. For this purpose, the SFVS is working out procedures for the marking the sites of anthrax contamination. Municipalities together with the representatives of the SFVS will mark the anthrax hotspots in plots of land. The duration of restrictions on economic activity in these hotspots will also be determined.

The Lithuanian Geological Survey is grateful to the specialists from the district divisions of the SFVS for assistance in determining the anthrax contamination sites. ◆





Laidojimo vietų įtaka grntinio vandens kokybei

The impact of cementeries on groundwater quality

P. Pūtyš, R. Radienė, J. Arustienė, Lietuvos geologijos tarnyba
S. Petrovas, K. Iljasevičius, J. Samosionokas, VšĮ „Grunto valymo technologijos“

2019 metais Lietuvos geologijos tarnyba (LGT) inicijavo projektą „Kapinių įtakos grntinio vandens kokybei tyrimai“. Kartu su VšĮ „Grunto valymo technologijos“ specialistais atlikti gręžimo darbai šalia kapinių, kurios buvo pasirinktos pagal keletą kriterijų: jos turėjo būti veikiančios, pakankamai senos (kad jau būtų įvykusi biodegradacija ir atsiradusi galimybė jos metabolitams patekti į grntinį vandenį bei būti pernešiamiems už laidojimo vietos ribų), įsikūrusios nelygiame reljefe (kad grntinis vanduo turėtų aiškia filtracijos kryptį) ir ant nuogulų su geromis filtracinėmis savybėmis. Taip pasirinktos Radviliškio mst. naujosios ir Širvintų mst. senosios kapinės.

Radviliškio kapinės užima maždaug 1,35 km² plotą ir įkurtos vietovėje, kur vyrauja įvairus fluvio-glacialinis smėlis. Vandens lygis svyruoja nuo 118,5 iki 122,5 m absoliučiojo aukščio (a. a.), jo paviršiaus gylis – nuo 2 m pietinėje dalyje iki 3,8 m šiaurinėje. Vyraujanti grntinio vandens filtracijos kryptis – šiaurės vakarų. Pietinėje ir pietrytinėje kapinių dalyje grntinio vandens lygis aukščiausias ir vanduo filtruojasi pietų-pietryčių kryptimi (1 pav.).

Širvintų kapinės plyti ant fluvio-glacialinio bei aliuvinio smulkiagrūdžio smėlio ir užima maždaug 0,53 km² plotą (2 pav.). Vandens lygis svyruoja nuo 109,5 iki 111,5 m a. a., paviršiaus gylis – nuo 6,7 m pietinėje dalyje iki 1,3 m šiaurinėje. Vyraujanti grntinio vandens filtracijos kryptis – šiaurės-šiaurės vakarų (Širvintų tvenkinio link).

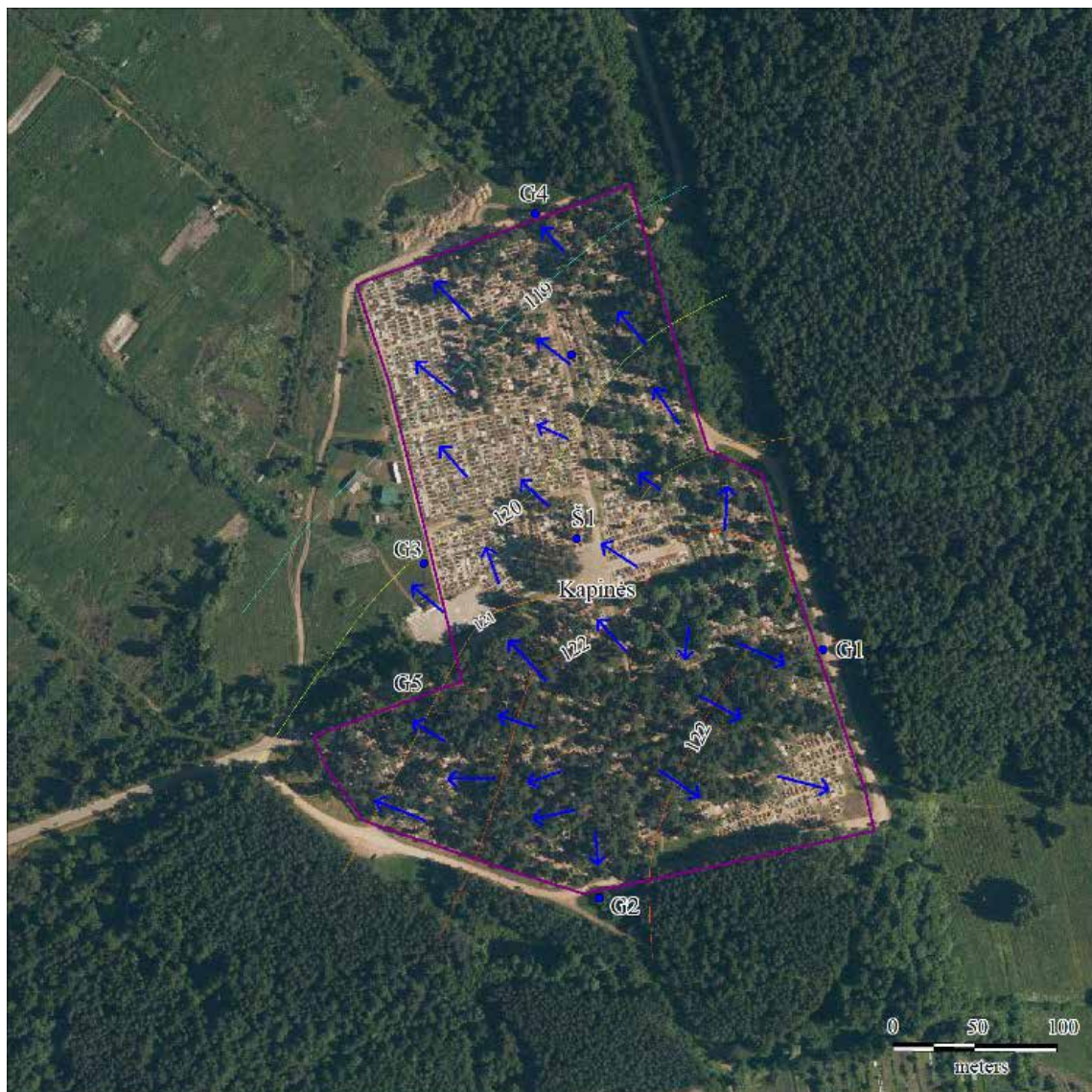
In order to research the problem, some research was performed in two cemeteries (Radviliškis and Širvintos) in 2019. The cemeteries were chosen according to some criteria, such as rather old age and changing relief. Additionally, they must be still acting.

Some research boreholes were set as well as groundwater testing wells near the cemeteries. Next, the research of ground and water samples were proceeded with accessing common chemical composition, heavy metals composition, microbiological peculiarities as well as some medicines consist. When analysing the samples the certain conclusions were done there.

1) Microbial pollution of the groundwater is coupled not only to the decay processes but related to activities of visitors as well. The groundwater cannot be accredited as drinking one due to *Escherichia coli* and intestinal enterococci bacteria.

2) The nitrogen compounds are the main indicator of the cemeteries pollution especially nitrates and ammonium. Nitrates are indicator of older decay processes while ammonium being the mark of quite 'young' decay. Moreover, nitrates can remain in the groundwater rather long time.

3) Chloride ion concentration is very changeable in terms of space and time. Herewith there is no notable chlorides concentration in the central dug-wells of the cemeteries. It is possibly, biodegradation is not prevailing source of chlorides and impact of ground minerals could be detected due to these variations instead.



1 pav. Radviliškio mst. kapinių teritorija, gręžinių išsidėstymas, gruntinio vandens lygis ir filtracijos kryptis.

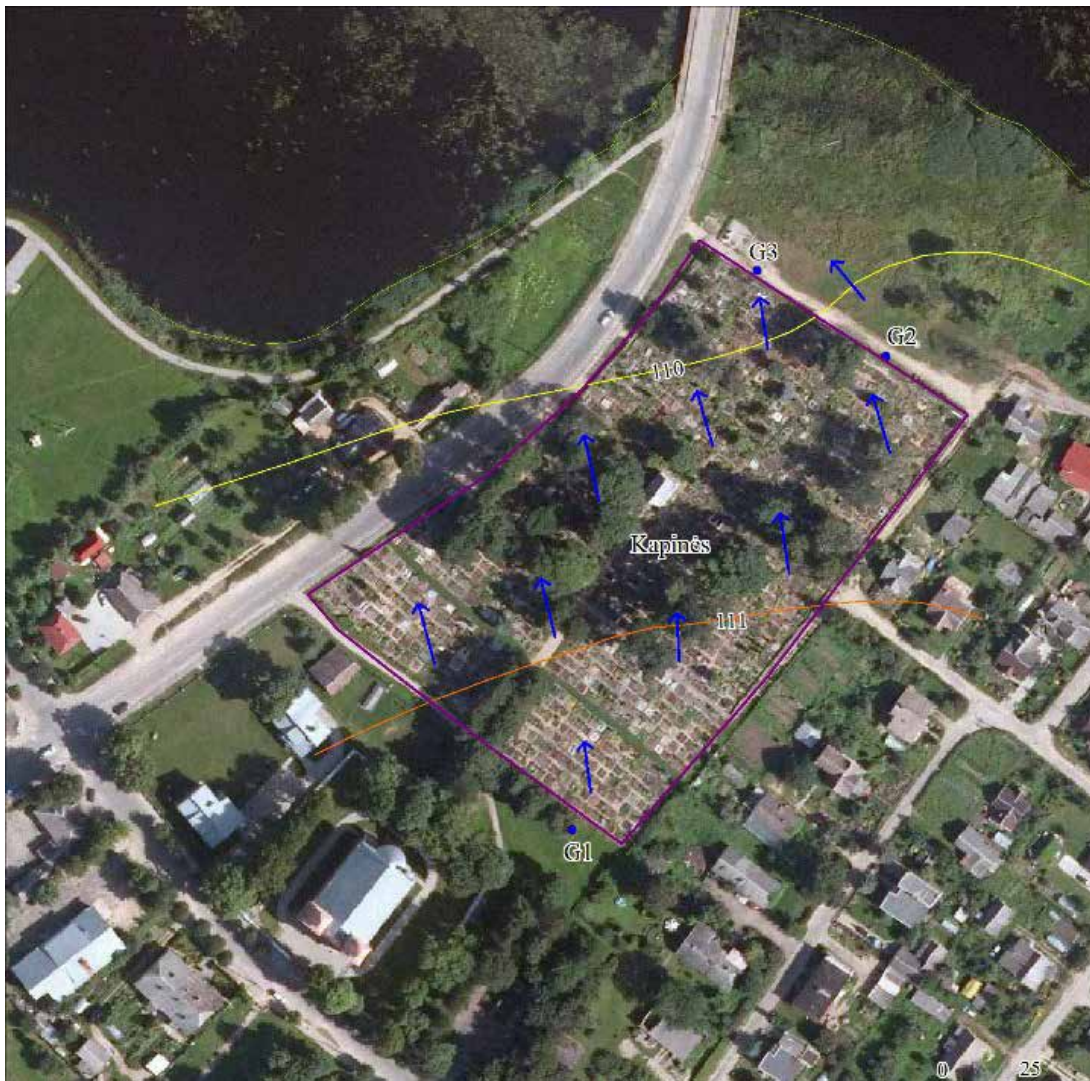
Fig. 1. The territory of Radviliškis cemetery, boreholes location, level and direction of filtration of groundwater.

Prie pasirinktų kapinių – prieš ir pagal gruntinio vandens filtracijos kryptį – išgręžti tiriamieji požeminio vandens gręžiniai, nustatytas gruntinio vandens lygis. Prieš įvairiame gylyje paimant požeminio ir gruntinio vandens mėginius, gręžinių vanduo išpumpuotas tris kartus. Taip pat paimta po du tris grunto mėginius, nustatyta plati jų makro- ir mikroelementų sudėtis. Gruntinio vandens bendrosios cheminės sudėties bei grunto granulometrinės sudėties ir metalų tyrimai atlikti LGT laboratorijoje, o specifiniai – bakteriologiniai, medikamentų ir kitų pavojingų cheminių medžiagų, susijusių su žmonių laidojimui naudojamomis medžiagomis, – kitose Lietuvos ir užsienio laboratorijose. Ištyrus ir išanalizavus mėginius, padarytos tokios išvados dėl galimos laidojimo vietų įtakos gruntinio vandens kokybei:

4) The testing of sulphates shows us contradictory results. Most likely this testing is not fully correct since the values before inflowing are even higher comparing with those hereafter. Moreover, the values are very changeable in terms of time. They did not originate from the decay as well.

5) The other cations and anions distribute mostly irrespective of the sampling location. Some amount of Na^+ highly correlates with chlorides and this fact testify on additional anthropogenic impact. Amounts Ca^{2+} , Mg^{2+} and HCO_3^- in groundwater are coupled with natural reasons.

6) The values of chemical and biochemical oxygen demand are closed to those in Lithuania soils. Only one well can be evaluated as an exception due to the leachate being quite fresh there.



2 pav. Širvintų mst. kapinių teritorija, gręžinių išsidėstymas, gruntinio vandens lygis ir filtracijos kryptis.

Fig. 2. The territory of Širvintos cemetery, boreholes location, level and direction of filtration of groundwater.

1. **Mikrobiologinės taršos** šaltinis kapinėse – ne vien tik laidojimo objektai. Ji vyksta ir dėl didelio lankytojų aktyvumo, ypač rudenį, kai kritulių kiekis padidėjęs, o su jais padidėja ir gruntinio vandens tarša. Tyrimų rezultatai parodė, kad gruntinis vanduo neatitinka geriamojo vandens mikrobiologinių reikalavimų, ypač dėl žarnyno lazdelių (*Escherichia coli*) ir žarninių enterokokų skaičiaus. Mažiausia mikrobiologinė tarša Radviliškio kapinėse fiksuota pirmame gręžinyje (Rad-1). Kituose gręžiniuose įvairių koliforminių bakterijų kiekis skiriasi nedaug. Ištekantiame gruntinio vandens sraute Širvintų kapinėse ši tarša kiek didesnė.

2. **Azoto junginiai** – svarbiausias laidojimo vietų taršos indikatorius. 2019–2020 metų tyrimų duomenys rodo azoto junginių padidėjimą gruntinio vandens tėkmės kryptimi. Ra-

7) The concentrations of the most of heavy metals assessed do not exceed the respective detection limits. Just amounts of zinc, barium and manganese are characterized with some higher values. Zinc is typical element coupled to the household pollution. Additionally it can be related to metallic details of the cemeteries installation.

8) No medicines, BTEX chemicals, perfluorinated compounds, halogen compounds, polycyclic aromatic hydrocarbons, biphenyls, organochlorine pesticides, chlorophenols, oil hydrocarbons were detected in the groundwater at all.

9) The values of the chemical (macro- and trace) elements are quite compatible with those in Lithuania soils. They can be completely explained by natural reasons. ◆

dviliiško kapinių gręžiniuose nustatytas nitratų kiekis: gręžinyje Rad-1 – 14,3 (2019 m.) ir 14,91 mg/l (2020 m.); (Rad-2) – atitinkamai 16,88 ir 15,35 mg/l; (Rad-3) – 9,55 ir 3 mg/l; (Rad-4) – 68,5 ir 14,28 mg/l. 2019 metais seniau įrengtame kapinių gręžinyje nitratų aptikta tik 1,12 mg/l, o centriniame kapinių šulinyje – net 55,16 mg/l. Nitritai pasiskirstę tolygiau: Rad-1 – 0,59 ir 0,07 mg/l; Rad-2 – 0,04 ir 0,64 mg/l; Rad-3 – 0,23 ir 0,22 mg/l; Rad-4 – < 0,02 ir 0,02 mg/l. Tiek šulinyje, tiek senajame kapinių gręžinyje nitritų kiekis neviršijo prietaiso jautrumo ribos. Taip pat nustatyti ir amonio kiekiai: Rad-1 – < 0,03 ir 0,04 mg/l; Rad-2 – < 0,03 ir < 0,05 mg/l; Rad-3 – 1,14 ir 3,50 mg/l; Rad-4 – < 0,03 ir < 0,03 mg/l. Tiek kapinių šulinyje, tiek kapinių gręžinyje amonio kiekis neviršija prietaiso jautrumo ribos. Nitratų kiekis šalia Radviliškio kapinių per metus nepadidėjo, o Rad-4 gręžinyje sumažėjo daugiau kaip tris kartus. Radviliškio kapinių periferijoje beveik visur gruntinio vandens lygis mažesnis nei pietinės kapinių dalies centre, todėl visuose gręžiniuose nustatyta nuo kapinių pusės į juos nukreipta gruntinio vandens tėkmė, nevienodas tik filtracijos greitis. Todėl visuose gręžiniuose nustatytas didesnis už foninį nitratų kiekis. Mažiausias – Rad-3 gręžinyje, bet nitritų ir amonio čia kaip tik daugiau. Tai rodo, kad į šį gręžinį atiteka filtratas, kuriame nespėjusios oksiduotis azoto formos, išsiskyrusios biodegradacijos metu. Rad-4 gręžinyje nitratų kiekis 2019 ir 2020 metais gerokai skiriasi: 2019 metais nustatytas 68,5 mg/l kiekis, matyt, yra trumpalaikio, po lietaus padidėjusio, vandens filtracijos greičio padarinys. Šis faktas rodo, kad tokie nitratų taršos „paūmėjimai“, kai jų koncentracija viršija nustatytą higienos normos didžiausią leidžiamą koncentraciją (DLK), yra įmanomi ir į juos verta atsižvelgti. Azoto formų kiekis senajame kapinių gręžinyje yra mažas, nes į jį atitekančias srautas – iš mažos apkrovos kapinių vietų. Tuo tarpu centriniame kapinių šulinyje nitratų labai daug, o kitos formos greitai oksiduojasi dėl į šulinį laisvai patenkančio deguonies. Šalia Širvintų kapinių išgręžtuose gręžiniuose nustatytos šios nitratų reikšmės: gręžinyje Šir-1 – 1,9 (2019 m.) ir 1,75 mg/l (2020 m.); Šir-2 – atitinkamai 94,42 ir 90,36 mg/l; Šir-3 – 27,2 ir 19,0 mg/l. Tolygiau pasiskirsto ir nitritai: Šir-1 – < 0,02

mg/l; Šir-2 – < 0,02 ir 0,16 mg/l; Šir-3 – 0,40 ir 0,158 mg/l. Amonis niekur neviršijo prietaiso jautrumo ribos. Azoto junginių pasiskirstymas ir kiekis atitinka senų laidojimo vietų „konceptiją“: senose kapinėse biodegradacija jau įvykusi, azoto formos oksidavosi, todėl amonio čia aptinkama labai mažai, o nitritų – tik kai kur. Nitratų kiekis net ir po daugelio metų, matyt, išlieka labai didelis – Šir-2 gręžinyje (tiek naujesniuose, tiek senesniuose tyrimuose) jis viršija geriamajam vandeniui taikomą DLK. Tuo tarpu Šir-1 gręžinyje, nuo kurio filtracijos srautas nukreiptas kapinių link, azoto formų kiekis nedidelis.

3. **Chlorido jonų** kiekis kapinių aplinkos gręžiniuose labai įvairus, be to, laikui bėgant linkęs keistis. Akivaizdu, kad gręžiniuose, kurie išsidėstę gruntinio vandens filtracijos kryptimi, stabilios chloridų didėjimo tendencijos nėra. Po metų jo koncentracija gali tiek padidėti, tiek sumažėti. Kapinių centriniame šulinyje chloridų taip pat nedaug. Šie faktai rodo, kad biodegradacijos metu susidariusi chloridų kiekio dalis nėra vyraujanti. Didelis vaidmuo čia tenka chloridams, kurių kilmė gruntiniame vandenyje yra kita – susijusi su nuogulų geocheminėmis savybėmis ar kitos kilmės tarša. Akivaizdus ir chloridų ryšys su bendrąja mineralizacija.

4. **Sulfato jonų** koncentracijos reikšmės Širvintų kapinių gręžiniuose labai prieštaringos. Pavyzdžiui, aukščiausiai kapinių esančiame Šir-1 gręžinyje sulfatų nustatyta netgi daugiau (96,8 ir 119 mg/l) nei „pasroviui“ įrengtuose gręžiniuose (nuo 20 iki 60 mg/l). Tai gali būti paaiškinta ne tik kapinių, bet ir kitų priežasčių įtaka. Tuo tarpu Radviliškio kapinių aplinkos gręžiniuose matomas neįprastas sulfatų koncentracijos padidėjimas laike – dešimt ir daugiau kartų. Tikrovėje toks kitimas vargu ar įmanomas, todėl 2020 metų tyrimų rezultatai, gauti LGT laboratorijoje, buvo palyginti su kitose laboratorijose atliktų tyrimų duomenimis. Galima daryti prielaidą, kad 2019 metais atliktų sulfatų tyrimų duomenys ne visai tikslūs. Remiantis 2020 metų tyrimais, reikia konstatuoti, kad kapinės supančiame gruntiniame vandenyje, palyginti su medianine jų reikšme Lietuvos gruntiniame vandenyje (28 mg/l), randamas gana didelis sulfatų kiekis, tačiau daugiausia tai nėra dėl laidojimo vietoje vykstančių biodegradacijos procesų.



5. Kiti bendrosios cheminės analizės kationai ir anijonai (K^+ , Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , HCO_3^-) kapinės supančiuose gręžiniuose pasiskirsto nepriklausomai nuo gręžinio padėties filtracinio srauto krypties atžvilgiu. Tačiau laiko atžvilgiu daugelyje gręžinių matoma šių cheminių komponentų kiekio kaita. 2020 metais Rad-1, Rad-2 ir Rad-3 gręžiniuose aiškiai padidėjęs Ca^{2+} , Mg^{2+} ir HCO_3^- jono kiekis. Tai galima sieti su sausringa 2019 metų vasara, kai gruntinis vanduo buvo gerokai nušlūgęs. 2020 metais gruntinio vandens lygis iš dalies atsinaujino ir filtravosi didesnio karbonatingumo nuogulomis. Svyravo Na^+ koncentracija – kai kur kilo, o kitur krito. Tam tikrais atvejais (Rad-1 ir Rad-2) tai susiję su chloridų kiekiu. Vadinasi, šaltinis yra natrio chloridas, kurio esama ir laidojimo objektų sudėtyje. K^+ greičiausiai atspindi kalio feldšpatų įtaką. Fosfatų koncentracijos šiose kapinėse įprastai niekuo neišsiskiria. Širvintų kapinių gręžiniuose šių komponentų kaita labai skirtinga: gręžinyje Šir-1 per metus jie iš esmės nepakinta, tačiau Šir-2 matomas Ca^{2+} ir HCO_3^- sumažėjimas. Tai sietina su nevienodomis gruntinį vandenį kaupiančių uolienuų savybėmis. Šir-3 per metus padidėja Na^+ (kaip ir chloridų) kiekis, matyt, pagreitėjusi filtracija išplauna dalį šių komponentų iš kapinių grunto. Nuo Širvintų kapinių pusės tekančiame sraute nustatytas didesnis ir fonines reikšmes viršijantis fosfatų kiekis. Tai rodo, kad per gana ilgą laiką fosforo junginių metabolitai iš kapinių grunto patenka į gruntinį vandenį.

6. Cheminis ir biocheminis deguonies suvartojimas. Abejose kapinėse permanganato ir bichromato indeksai beveik nesiskiria nuo vidutinių Lietuvos gruntinio vandens reikšmių. Išimtis tik Rad-3 gręžinys, kuriame abu rodikliai maždaug dvigubai didesni už foninius (atitinkamai: 5,77 ir 23 mg O/l). Šis faktas, kartu padidėjusi nitritų ir amonio jonų koncentracija bei palyginti nedidelis kiekis nitratų reiškia, kad į šį gręžinį atitekėjęs filtratas yra gana „šviežias“ ir organinių medžiagų degradacija čia dar nėra pasibaigusi.

7. Sunkieji metalai: arseno, kobalto, gyvsidabrio, nikelio koncentracija nė viename gręžinyje neviršija prietaisų jautrumo ribos. Cinko, bario ir mangano kiekis santykinai didesnis jau minėtame Rad-3 gręžinyje (truputį

viršija fonines reikšmes) – atitinkamai 0,361 ir 0,0231 mg/l. Galimai tai susiję su santykinai didele (0,0032 proc.) cinko koncentracija žmogaus organizme, laidojimo objektų biodegradacija ar metalinių karsto dalių korozija. Bario ir mangano kiekio padidėjimo priežastis lieka neaiški. Tai gali būti nelegalios buitinės taršos rezultatas, kuriai, beje, būdingas ir didesnis nei foninis cinko kiekis Lietuvos dirvožemiuose.

8. Kiti gruntiniame vandenyje tirti junginiai – vaistiniai preparatai, BTEX (benzenas, toluenas, etilbenzenas, ksilenas), perfluorinti junginiai, halogeninti ir nehalogeninti lakieji organiniai junginiai, policikliniai aromatiniai angliavandeniliai, polichlorinti bifenilai, chororganiniai pesticidai, chlorofenoliai, naftos angliavandeniliai visuose 2019 metais tirtuose mėginiuose neviršija analitinių prietaisų jautrumo ribos.

9. Cheminių elementų tyrimai grunto mėginiuose. Nustatytas didelis jų spektras – makroelementai: S, P, Fe, Ca, Mg, K, Na; kai kurie oksidai: Na, Mg, Al, Si, P, S, K, Ca ir Fe. Dauguma mikroelementų buvo palyginti su Lietuvos dirvožemių geocheminių tyrimų rezultatais. Mikroelementų kiekis neviršija foninių reikšmių ir atitinka smėlio nuoguloms būdingus kiekius. Padidėjęs tik chromo ir alavo kiekis. Teoriškai tai būtų galima paaiškinti kapinių metalinių puošybos elementų korozija, bet greičiausiai sistemiskai didesnės jų kiekio reikšmės byloja apie laboratorijos prietaisų kalibravimo problemas, nes gruntiniame vandenyje jų koncentracijos nesiekia net jautrumo ribos. Kalcio ir magnio svyravimai atitinka karbonatų kaitos gruntuose dėsningumą, o fosforo kiekis aiškiai didesnis Širvintų kapinių apačioje esančiuose gręžiniuose, kuriuose gruntiniame vandenyje randamas didesnis fosfatų kiekis. Arseno ir sieros kiekis svyruoja gana dideliame intervale: sieros – nuo 4,5 iki 102 mg/kg, o arseno – nuo minimalių reikšmių iki 9,5 mg/kg. Šie elementai neblogai koreliuoja tarpusavyje ($r = 0,72$). Tai reiškia, kad didelė sieros dalis greičiausiai aptinkama sulfidų sudėtyje, kurie nėra laidojimo objektų irimo tiesioginis padarinys, o kita jos dalis prinešama su sulfatais. Geležies kiekis tokia koreliacija nepasižymi, nes tik maža jos dalis Lietuvos žemės paviršiaus sluoksniuose būna sulfidų sudėtyje. ◆

Požeminio vandens baseinų būklė ir problemų apžvalga

Overview of status evaluation and water protection problems in groundwater bodies

J. Arustienė, Lietuvos geologijos tarnyba

Lietuvoje geriamajam vandeniui yra naudojamas tik požeminis vanduo, siurbiamas iš įvairaus amžiaus ir litologinės sudėties vandeningųjų sluoksnių. Požeminio vandens ištekliams vertinti ir valdyti yra išskirta 20 požeminio vandens baseinų (PVB). Analizuojant žemės gelmių registro duomenis apie geriamojo vandens vandenvietes, jų išteklius, paimamo požeminio vandens kiekį, valstybinio ir ūkio subjektų vykdomo požeminio vandens monitoringo metu surinktus duomenis, taip pat gręžinių, įrengtų 2015–2020 metais, požeminio vandens cheminės sudėties tyrimų rezultatus buvo atliktas pakartotinis požeminio vandens baseinų kiekybinės ir cheminės būklės vertinimas.

Žemės gelmių registre yra registruojamos visos vandenvietės, kuriose išgaunama daugiau kaip 10 m³/d., o tuo atveju, kai vanduo naudojamas ūkinei komercinei veiklai, neatsižvelgiant į išgaunamo vandens kiekį. Siekiant užtikrinti, kad požeminio vandens išteklių kiekybinė ir kokybinė būklė išliks gera per visą (skaičiuojama 25 metams) vandenvietės eksploatavimo laikotarpį, visų vandenviečių ištekliai turi būti ištirti ir apriboti, o požeminio vandens eksploatacijai gautas leidimas. Nekontroliuojamas požeminio vandens eksploatavimas gali lemti vandens lygio žemėjimą, sūraus vandens intruzijas, palengvinti hidraulinių ryšių tarp vandeningųjų sluoksnių ir jų sąveiką su paviršinio vandens telkiniais. Lietuvoje įvertinti turimi požeminio vandens ištekliai – vandens kiekis (l/s ar m³/d.), kuris gali būti paimtas iš požeminio vandens baseino vandeningųjų sluoksnių ir kurio naudojimas užtikrina gerą požeminio vandens būklę, nesukelia teršiančių

Lithuania relies solely on groundwater for drinking water supply, which is extracted from aquifers of different age and lithology. For the purpose of groundwater resource management there are delineated 20 groundwater bodies. The renewed review of quantitative and chemical status of groundwater bodies was based on information and data from the Registry of underground, groundwater monitoring and productive wells installed during the period of 2015–2020.

The Registry of Underground contains information on 2207 wellfields. In order to ensure that groundwater resources will remain of good quantitative and chemical status during the all period of wellfield's exploitation (25 years) groundwater resources of all wellfields has to be investigated and maximal safe yield approved, as well as permit for groundwater abstraction issued.

The amount of evaluated available groundwater resources is 3752 th. m³/d. The distribution of available resources is uneven – the most abundant resources are found in Southeastern Quaternary, Middle reaches of Neris and Upper-Middle Devonian groundwater bodies, but in Joniškis and Permian-Upper Devonian groundwater bodies (Lielupe river basin) groundwater resources are limited due to natural anomalies of sulphates. Daily ~400 th. cubic meters of fresh groundwater is extracted – 11 % from available groundwater resources. The intensity of groundwater extraction ranges from 3 % (Southeastern Lithuanian plain) till 94% (Joniškis) (Table 1). The slow increase of groundwater extraction compared with abundant resources ensures good



medžiagų ir kitų kokybės rodiklių koncentracijos augimo neleistinų tendencijų ir nekeičia geros paviršinio vandens ir kitų ekosistemų būklės – sudaro 3 752 tūkst. m³/d. Tačiau išteklių pasiskirstymas tam tikruose požeminio vandens baseinuose yra netolygus. Didžiausi išteklių susikaupę Pietryčių Lietuvos kvartero, Neris vidurupio (Vilniaus) ir viršutinio–vidurinio devono PVB priklausančiuose Nemuno UBR, mažiausiai Joniško ir permio–viršutinio devono Lielupės UBR, kur išteklių kiekį, tinkamą geriamojo vandens naudojimui, riboja jo kokybė (gamtinės sulfatų anomalijos). Iki 2020 metų pabaigos Žemės gelmių registre buvo registruotos 2 207 vandenvietės, iš kurių paimama apie 400 tūkst. m³ gėlo požeminio vandens per parą, t. y. apie 11 proc. turimų išteklių. Tam tikruose požeminio vandens baseinuose paimama nuo 3 proc. (Smėlingosios pietryčių lygumos PVB) iki 94 proc. (Joniškio PVB) turimų išteklių (1 lentelė). Nedidelis požeminio vandens gavybos augimas ir gana dideli išteklių lemia, kad neigiamas jo gavybos poveikis pasireiškia tik lokaliaose vietose, baseinų kiekybinė būklė išlieka gera.

Naujai įrengiamų gręžinių, skirtų individualiam apsirūpinimui geriamuoju vandeniu, spartus augimas kelia iššūkių Šiaurės Lietuvos karstiniame regione, kur gręžiniai dėl ekonominių priežasčių dažnai įrengiami į seklesnius, karstėjančius (Įstro–Tatulos ir Kupiškio–Suosos) sluoksnius (1 pav.). Tokia individualių gręžinių plėtra yra nepalanki dėl dviejų priežasčių – vandens kokybės ir karstinių procesų paspartėjimo pavojaus. Šių sluoksnių vandenyje yra daug sulfatų (> 1000 mg/l), vanduo labai kietas (> 30 mg-ekv/l), be papildomo paruošimo netinkamas naudoti gėrimui ir buityje. Tuo pačiu, veikiant gręžiniui, kinta vandens lygis sluoksnyje, be to, jei gręžinys įrengtas nepakankamai kokybiškai, šalia jo sienelių į sluoksnį gali pritekėti paviršinio vandens. Tai gali suaktyvinti karstinius procesus.

Dar vienas požeminio vandens išteklių valdymo iššūkis yra nelegalūs gręžiniai. Individualiam gręžiniui įrengti reikia gauti savivaldybės sutikimą, įrengus gręžinį atlikti jo vandens kokybės tyrimą, užpildyti pasą, gręžinį užregistruoti Žemės gelmių registre. Deja, dalis gręžinių (manoma ~30–50 proc.) yra įrengiama

status of groundwater bodies, negative impacts of groundwater abstraction could be traced just in limited local areas. The increasing intensity of installation of individual productive wells could cause some negative impact in Northern Lithuania karst region. Due to economic reasons wells are more often installed in shallow karstified Upper Devonian aquifers, instead of deep Upper-Middle Devonian aquifer complex (Fig. 1). Not only groundwater from karstified aquifers are of poor quality with high concentration of sulphates (> 1000 mg/l), very hard (> 30 mg-eq/l), not suitable for drinking water and domestic use without purification, but groundwater abstraction could intensify karstic processes as well.

The illegal non registered productive wells – 30–50 % of all wells – are recognized as one of the obstacles for good groundwater resources management and should be tackled in the near future.

The chemical status of groundwater bodies depends on natural conditions and human impact. The monitoring data from the last 20 years confirm that the most significant impact on regional groundwater quality changes comes from spread pollution – fertilizers and pesticides used in agriculture and complex activities in urban areas. The current impact of spread pollution to shallow groundwater quality was assessed using groundwater monitoring data collected from 911 stations both national and economic entities.

The good indicator of spread pollution impact is increase of concentration of pollutants compared to background values in natural conditions (nitrates – 1.5 mg/l, ammonia – 0.33 mg/l, phosphates – 0.08 mg/l). The concentrations increase in intensely cultivated arable land and urban areas – average concentration of nitrates is 28 mg/l, ammonia 1.5, phosphates 0.12 mg/l. The distribution of nitrogen compounds is different in shallow groundwater of river sub-basins due to natural conditions and intensity of agriculture. The highest average concentrations of nitrates are found in shallow groundwater of river basins of Merkys, inlets of the Baltic Sea and inlets of Lielupe, the lowest in river basins of Miniija and inlets of Dauguva. The concentra-

1 lentelė. Požeminio vandens turimi išteklių ir požeminio vandens gavyba požeminio vandens baseinuose.

Table 1. Available groundwater resources and groundwater extraction in groundwater bodies.

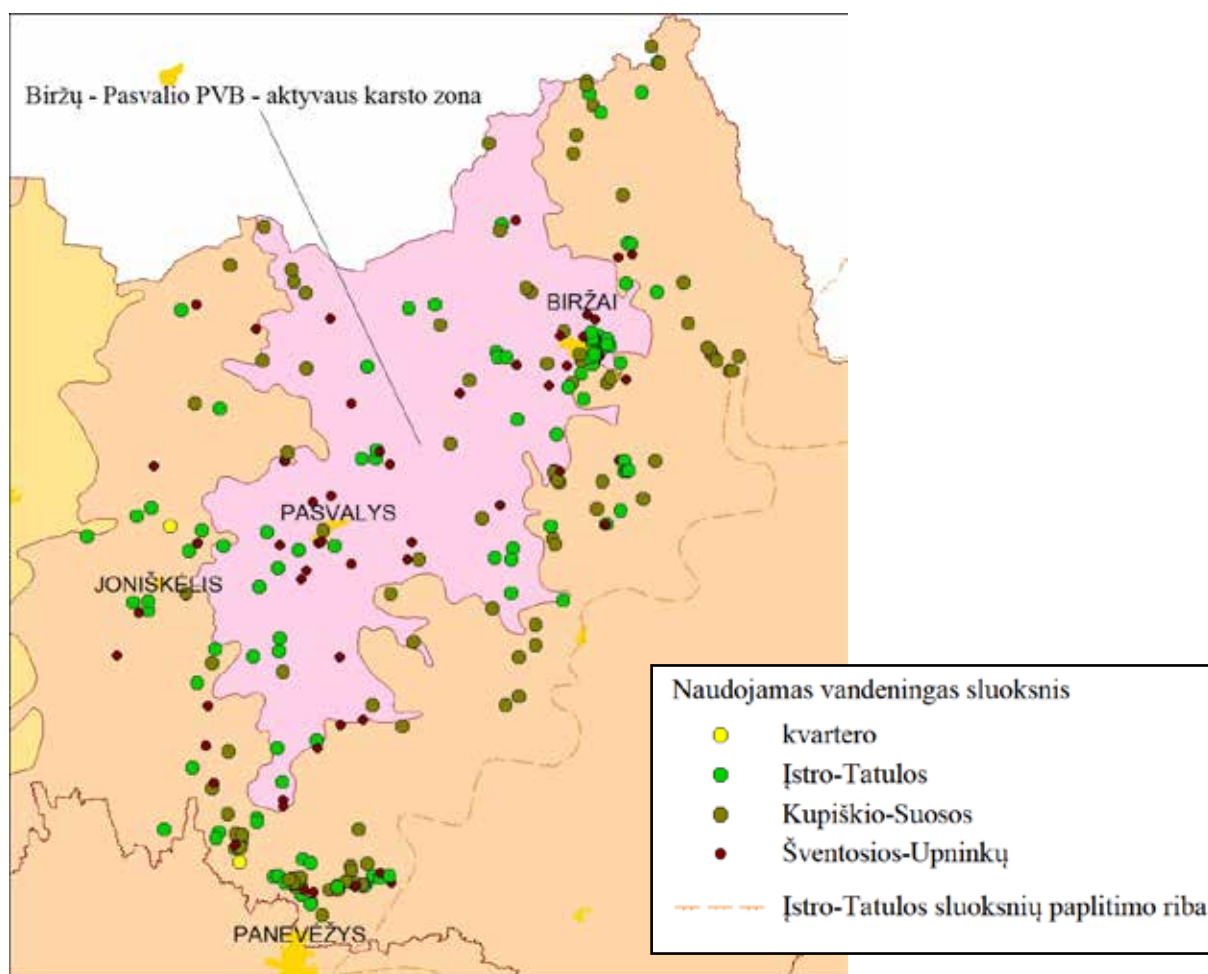
Požeminio vandens baseinas	Turimi išteklių tūkst. m ³ /d	Požeminio vandens telkinių–vandenviečių kiekis (iki 2013 metų)	2010–2012 metais vidutiniškai išgautas požeminio vandens kiekis, tūkst. m ³ /d	Požeminio vandens telkinių–vandenviečių kiekis (iki 2020 metų)	2018–2019 metais vidutiniškai išgautas požeminio vandens kiekis, tūkst. m ³ /d	Išgauto vandens kiekis % nuo turimų išteklių
Pietryčių Lietuvos kvartero (Dauguvos)	50,23	26	0,81	30	0,50	1,0
Viršutinio–vidurinio devono (Dauguvos)	89,9	19	5,31	21	3,85	4,3
Dauguvos UBR	140,13	45	6,12	51	4,35	5,3
Viršutinio–vidurinio devono	180,5	88	7,38	110	8,28	4,6
Viršutinio devono stipinų	81,92	71	12,76	89	16,80	20,5
Permo–viršutinio devono	1,36	20	0,57	23	1,10	80,7
Biržų–pasvalio	21	44	4,62	57	6,16	29,3
Joniškio	1,5	25	1,1	27	1,41	94,0
Lielupės UBR	286,3	248	26,43	306	33,75	25,8
Smėlingosios pietryčių lygumos	320,58	44	7,12	54	9,21	2,9
Neries vidurupio (Vilniaus)	618,9	72	95,26	80	93,09	15,0
Nemuno ir Neries, Nevėžio žemupio (Kauno)	415	14	67,58	24	67,96	16,4
Pietryčių Lietuvos kvartero (Nemuno)	744,93	370	35,25	492	35,29	4,7
Viršutinio–vidurinio devono (Nemuno)	468,5	270	36	348	44,58	9,5
Kėdainių–Dotnuvos	21,1	33	5,61	43	4,92	23,3
Viršutinės–apatinės kreidos	102,95	218	18,69	201	13,15	12,8
Suvalkijos	39,75	50	4,9	83	15,44	38,8
Kuršių Nerijos ir Pamario	84,3	17	19,94	24	20,51	24,3
Vakarų Žemaičių kvartero	207	128	9,07	146	11,76	5,7
Viršutinio devono Stipinų (Nemuno)	81,92	51	7,26	91	2,71	3,3
Permo–viršutinio devono (Nemuno)	76,16	61	16,84	65	18,34	24,1
Nemuno UBR:	3181,1	1328	323,52	1651	336,945	10,6
Permo–viršutinio devono (Ventos)	144,41	173	20,16	199	20,93	14,5
Ventos UBR:	144,41	173	20,16	199	20,93	14,5

nelegaliai, informacijos apie juos neturima. Tai apsunkina problemų identifikavimą laiku, racionalų požeminio vandens, kaip geriamojo vandens šaltinio, išteklių valdymą.

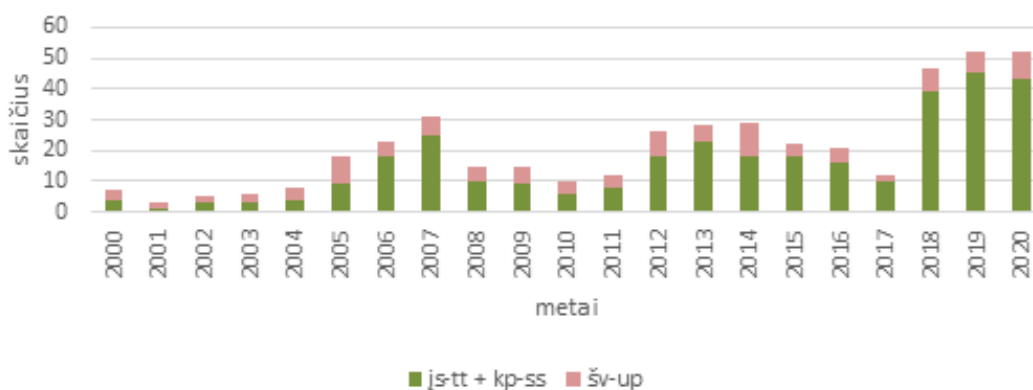
Požeminio vandens baseinų cheminė būklė priklauso nuo žmogaus ūkinės veiklos ir gamtinių sąlygų. Paskutinių 20 metų požeminio vandens cheminių tyrimų duomenų analizė patvirtina, kad didžiausią įtaką gruntinio vandens kokybei regioniniu mastu daro pasklidę tarša. Pasklidąją požeminio vandens taršą formuoja

tions higher than threshold value (TV) 50 mg/l in overall are observed in 10 % of monitoring stations. The situation remains stable in the most of stations (65 %) as well as river basins. In two river basins – Mūša and the Baltic sea inlets – tendency of nitrates concentration increase is significant (Fig. 2).

In general, the highest concentrations of nitrogen and phosphorus compounds are found in environment of landfills and cattle breeding farms, such contamination is mostly local and



Individualių gręžinių įrengimas



1 pav. Individualių gręžinių įrengimo tendencijos ir naudojami vandeningi sluoksniai (2000–2020 m.) Šiaurės Lietuvos karstiniame regione.

Fig. 1. The installation of productive wells in Northern Lithuania karst region (2000–2020).

užteršta atmosfera, žemės ūkyje naudojamos trąšos ir pesticidai bei kompleksinė urbanizuotose teritorijose vykdoma veikla. Kiekybiškai įvertinti pasklidąją taršą yra sudėtinga, nes geologinių-hidrogeologinių sąlygų ir apkrovos intensyvumo deriniai suformuoja labai margą požeminio vandens sudėtį. Pasklidosios taršos poveikis gruntiniam vandeniui buvo vertintas pagal 911 postų vykdyto valstybinio ir ūkio

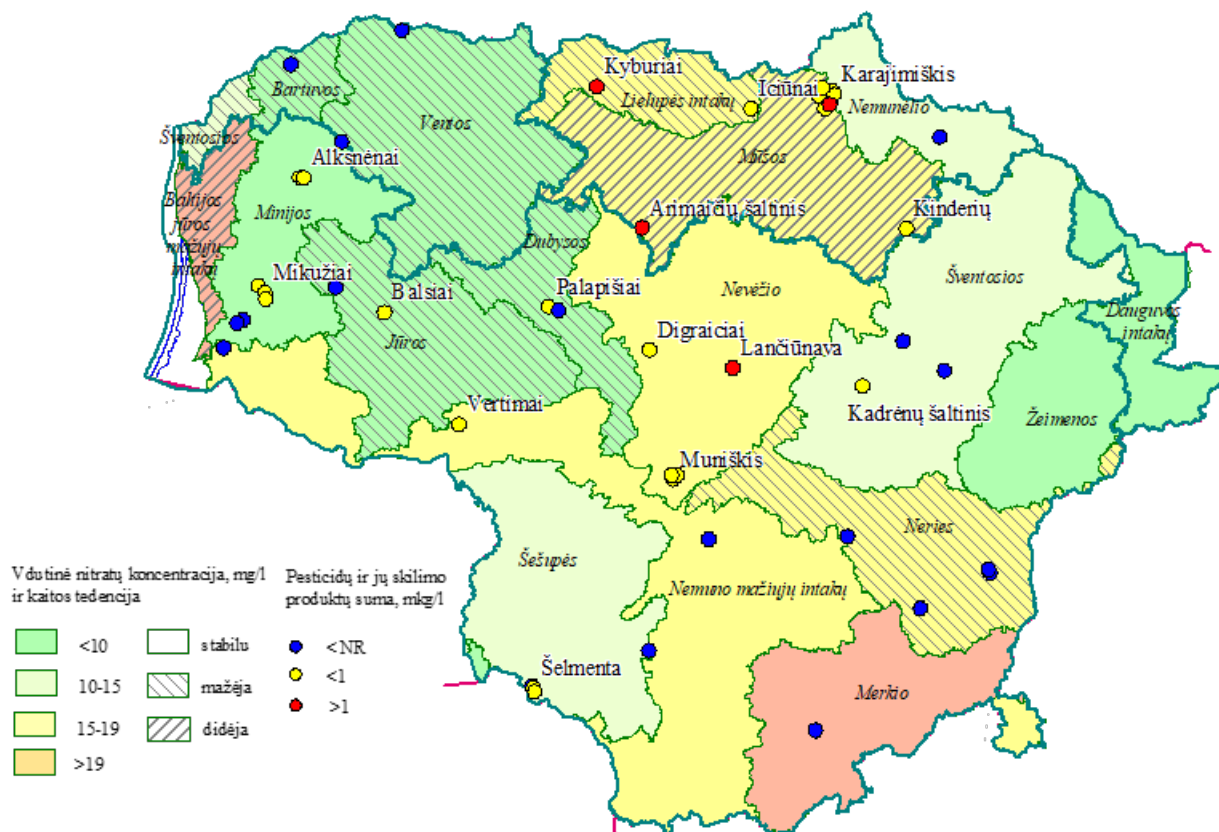
does not have negative impact on quality of groundwater resources. Groundwater in urban areas remain under concern, especially in rapidly developing suburban territories of biggest cities.

In 2020 analysis of plant protection products (persistent and short-living) and their metabolites was done in 57 groundwater samples collected from wells and springs of national monitoring network. Persistent pesticides are no longer

subjektų monitoringo duomenis. Visuose posto-
tuose bent kartą per 5 metus (2015–2020 me-
tais) buvo tiriama azoto junginių koncentracija.
Geriausiai kiekybinį pasklidusios taršos poveikį
gruntiniam vandeniui atskleidžia azoto ir fos-
foro junginių koncentracijų prieaugis, dides-
nis nei foninės (gamtinės) jų koncentracijos
(nitratai – 1,5 mg/l, amonio – 0,33 mg/l, fos-
fatų – 0,08 mg/l). Didžiausias prieaugis būna
intensyviai dirbamoje žemėje ir urbanizuo-
tose teritorijose besiformuojančiame grunt-
iniame vandenyje – vidutinė nitratai koncent-
racija padidėja iki 28 mg/l, amonio – 1,5 mg/l,
fosfatų – 0,12 mg/l. Azoto junginių pasiskirsty-
mas kai kurių upių pabaseinių gruntiniame
vandenyje skiriasi. Didžiausia vidutinė nitratai
koncentracija Merkio, Baltijos jūros mažųjų
intakų ir Lielupės intakų pabaseinių gruntiniame
vandenyje, mažiausia – Minijos ir Dauguvos
intakų; koncentracija didesnė nei 50 mg/l ribinė
vertė nustatyta 10 proc. postų. Didesnėje dalyje
(67 proc.) postų, tuo pačiu ir upių pabaseinių
azoto junginių koncentracija išlieka stabili, žy-
mesnė didėjimo tendencija būdinga Mūšos ir Bal-
tijos jūros mažųjų intakų pabaseiniuose (2 pav.).

detected, but metabolites dimetachlor CGA
369873, metazachlor ESA (BH 479-8) and OA
(BH 479-4) and active substances of chlorida-
zone and bifenoxy were the most often detected
in shallow groundwater (Table 2). The thresh-
old value for active substances and relevant
metabolites is 0.1 µg/l, for a sum of pesticides
and metabolites (relevant and non-relevant)
0.5 µg/l. Concentrations higher than TV were
detected in Karajimiškis station (Biržai dist.) of
bentazone, Kyburiai (Joniškis dist.) metazachlor,
Alksnėnai (Plungė dist.), Muniškis (Kauno dist.),
Lančiūnava (Kėdainiai dist.) and Arimaičiai
spring (Radviliškis dist.) metabolites of dimeta-
chlor and metazachlor. The highest values of a sum
of pesticides and metabolites are related to shal-
low groundwater of actively cultivated arable
land. Exception is station of Karajimiškis, locat-
ed in karst area where use of pesticides should be
regulated, but probably is obeyed. The extended
list of registered plant protection products and
limited investigations leaves some uncertainties
in assessment of shallow groundwater status.

The spread pollution does not affect ground-
water chemical status on groundwater body
scale, but should remain on constant surveil-





Didžiausia azoto junginių koncentracija būdinga gyvulininkystės kompleksų, veikiančių ir uždarytų sąvartynų aplinkoje besiformuojančiam vandeniui, tarša turi lokalią paplitimą ir didesnio pavojaus požeminio vandens išteklių kokybei nekelia. Urbanizuotų teritorijų gruntiniame vandenyje azoto junginių koncentracija išlieka santykinai didelė. Fosforo junginių į gruntinį vandenį patenka gerokai mažiau, vidutinė fosfatų koncentracija vandenyje 0,15 mg/l, maksimali koncentracija 1,2–9,9 mg/l nustatoma valomųjų įrenginių ir gyvulininkystės ūkių gruntiniame vandenyje.

2020 metais 50 gręžinių ir 7 šaltinių, priklausančių valstybinio monitoringo tinklui, gruntiniame vandenyje buvo atliktas išplėstinis pesticidų tyrimas, ištirta 50 pavadinimų patvariųjų ir trumpaamžių augalų apsaugos priemonių aktyviųjų medžiagų ir jų svarbiausių metabolitų. Visų tirtų medžiagų, priskiriamų patvariųjų organinių teršalų grupei, koncentracija buvo mažesnė nei laboratorinio nustatymo riba. Dažniausiai gruntiniame vandenyje rasta dimetachloro CGA 369873 metabolito ir metazachloro ESA (BH 479-8) ir OA (BH 479-4) metabolitų, taip pat chloridazono ir bifenokso (2 lentelė). Veikliosios medžiagos, įskaitant jų reikšminguosius metabolitus, požeminiame vandenyje neturėtų būti daugiau nei 0,1 µg/l, o kai kurių pesticidų, įskaitant atitinkamus jų metabolitus, skilimo ir reakcijos produktus, suma neturėtų viršyti 0,5 µg/l. Karajimiškio posto gręžinyje (Biržų r.) ribinę vertę viršijo bentazono koncentracija, Kyburių (Joniškio r.) metazachloro, Alksnėnuose (Plungės r.), Muniškyje (Kauno r.), Lančiūnavoje (Kėdainių r.) ir Arimaičių šaltinyje (Radviliškio r.) dimetachloro ir metazachloro metabolitų koncentracija. Didžiausios pesticidų ir metabolitų koncentracijų sumos reikšmės taip pat būdingos šiems postams, dauguma jų yra intensyvios žemdirbystės laukuose, tik Karajimiškis yra aktyvaus karsto zonoje, joje turėtų būti taikomi pesticidų naudojimo apribojimai, kurių, panašu, yra nepaisoma. Stebėjimų, vykdomų nuo 2015 metų Alksnėnų ir Muniškio postuose, duomenys rodo, kad metazachloro ir dimetachloro metabolitų koncentracija gruntiniame vandenyje kinta labai panašiu intervalu. Alksnėnų poste metazachloro

lance, especially in highly cultivated arable land and urban areas.

The assessment of chemical status of groundwater bodies is based on selected chemical parameters sensitive to human impact and threshold values for drinking water. The chemical status of all 20 groundwater bodies remain good, but 5 groundwater bodies are still under risk. Those bodies were delineated in areas of natural anomalies of sulphates and/or chlorides. Based on natural background concentrations threshold values higher than drinking water standard (250 mg/l) were set 350 mg/l for chlorides and 500 mg/l for sulphates. The groundwater abstraction could increase concentrations of chlorides or sulphates and so cause the risk to chemical status. The obligation to do groundwater monitoring is set for all wellfields operating in groundwater bodies at risk. The data analysis revealed that due to significant increase of sulphates/chlorides chemical status is bad in 17 % of wellfields located in Upper Devonian Stipinai (Nemuno) GWB, 14 % in Kėdainiai–Dotnuva GWB, 12 % in Joniškis GWB, 7 % in Suvalkija GWB and 6 % in Upper Devonian Stipinai (Lielupės).

Quality of groundwater as drinking water source could be unsatisfying due to natural compounds – iron, manganese and ammonia are the most often found in concentrations higher than TV for drinking water. The anomalies of natural toxic compound fluorides are known in Permian, Upper Devonian aquifers of North Western Lithuania and boron in Permian, Upper Devonian and Jurassic aquifers of North Western and Central Lithuania. The new researches revealed that there are anomalies of arsenic, the most probable of natural origin, where concentrations in groundwater are higher than TV for drinking water (10 µg/l). The distribution of arsenic and boundaries of anomalies are still under investigation.

Some deterioration of groundwater quality is detected in the suburban areas of biggest Lithuanian cities Vilnius, Kaunas and Klaipėda. The individual residential areas are built in the former collective gardens, pastures and cultivated land, mostly with individual wells for water sup-

2 lentelė. Augalų apsaugos priemonių veikliųjų medžiagų monitoringo rezultatai.

Table 2. The results of investigation of plant protection products active substances and metabolites in shallow groundwater.

AAP veiklioji medžiaga/ metabolitas	n	Koncentracijų (µg/l) grupė					Maksi- mali	Tyrimų vietas, kuriose nustatyti AAP
		< NR	< 0,1	0,1–0,5	0,5–5	> 5		
Atrazinas	57	55	2				0,011	Šelmenta, Mikužiai
Bentazonas (25057-89-0)	57	56	1	1			0,47	Salomėjos šaltinis, Karajimiškis
Bifenoksas (53774-07-5)	57	52	5				0,0406	Mikužiai (2 gr.), Balsiai, Leckava, Palapišiai
Chloridazonas (1698-60-8)	57	49	8				0,006	Muniškis (3 gr.), Arimaičių šaltinis, Karajimiškis (3 gr), Vertimai
dimetachloro CGA 369873	57	37	5	10	4	1	5,14	Muniškis, Alksnėnai, Arimaičių šaltinis, Lančiūnava
dimetachloro ESA	57	55	2				0,042	Salomėjos šaltinis, Karajimiškis
dimetachloro OA (60-57-1)	57	55	2				0,01	Salomėjos šaltinis, Karajimiškis
Etofumezatas (69377-81-7)	57	56	1				0,008	Muniškis
Metalaksilas (111991-09-4)	57	56	1				0,006	Lančiūnava
Metazachloras (172960-62-2)	57	51	5	1			0,126	Kyburiai
metazachloro ESA (BH 479-8) (1231244-60-2)	57	36	11	4	6		4,6	Karajimiškis, Arimaičių šaltinis, Kyburiai, Lančiūnava
metazachloro OA (BH 479-4) (21087-64-9)	57	42	9	2	2		0,41	Karajimiškis, Arimaičių šaltinis, Kyburiai, Lančiūnava
Kvinmerakas	57	55	2				0,008	Karajimiškis
Sulfosulfuronas (731-27-1)	57	56	1				0,013	Vertimai
Pesticidų suma	57	38	18	1			0,477	Karajimiškis
Pesticidų ir metabolitų suma	57	24	17	9	3	4	9,48	Muniškis, Alksnėnai, Lančiūnava

ESA didžiausia koncentracija kito nuo 2,2 µg/l iki 4,9 µg/l (2020 m. 4,6 µg/l), Muniškių poste nuo 2,5 µg/l iki 6,9 µg/l (2020 m. 4,3 µg/l), o dimetachloro CGA – 2,7–6,4 µg/l, (5,14 µg/l). Akivaizdu, kad tyrimų mastas yra nedidelis, tačiau galima manyti, jog patvariųjų pesticidų gruntiniame vandenyje beveik nėra likę, o naujos kartos pesticidų tyrimus reikėtų atlikti daugiau tyrimo vietų.

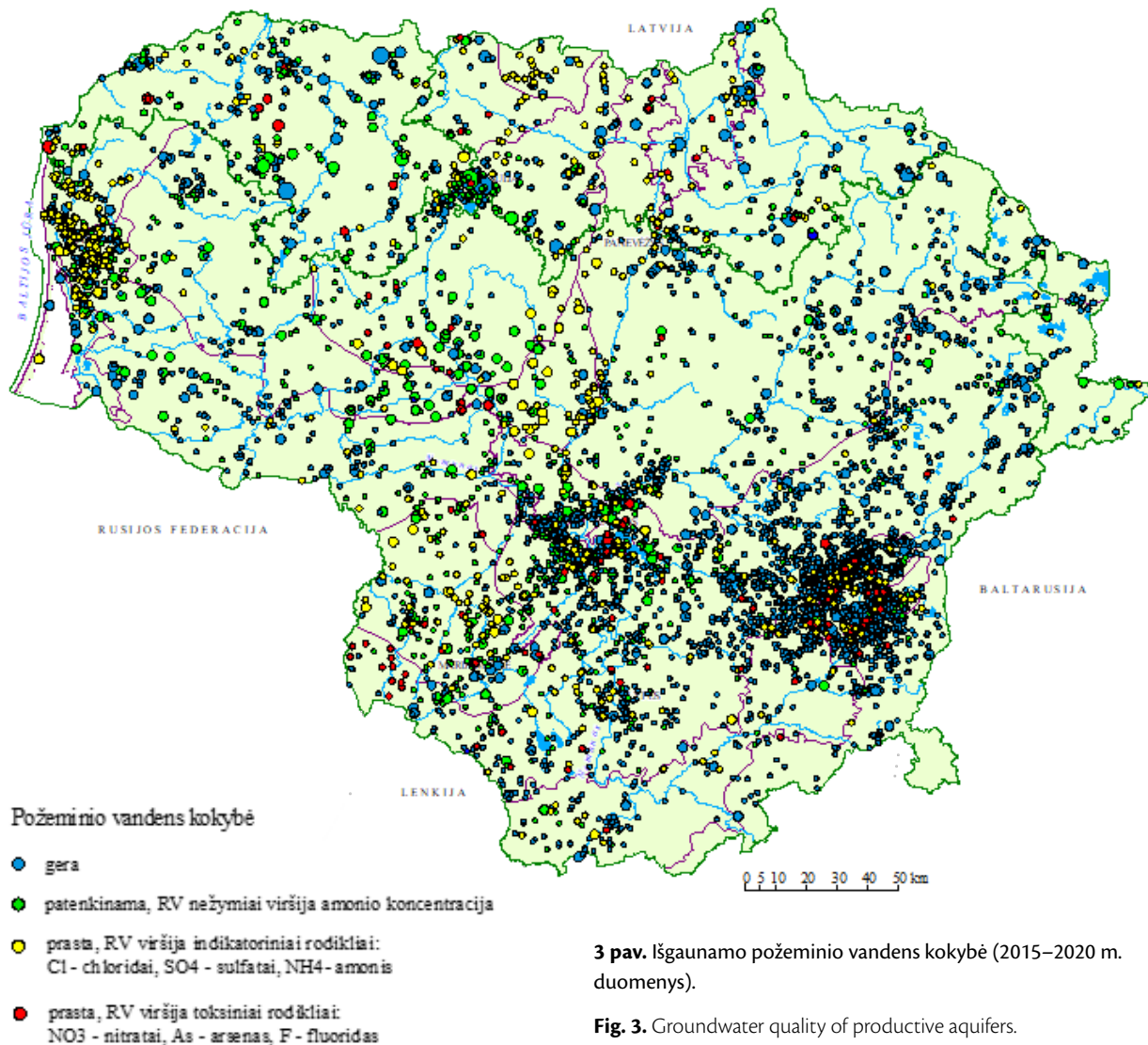
Pasklidoji tarša neigiamo poveikio požeminio vandens cheminei būklei baseino mastu nedaro, tačiau gruntinio vandens kokybė intensyvios žemdirbystės laukuose ir urbanizuotose teritorijose turi būti stebima ir vertinama, ypač kai gruntinis vanduo yra naudojamas gėrimo reikmėms arba vandeningieji sluoksniai yra blogai apsaugoti nuo paviršinės taršos (Biržų–Pasvalio PVB).

Požeminio vandens baseinų cheminė būklė vertinama parinkus parametrus, rodančius tiesioginį arba galimą žmogaus veiklos poveikį

ply and individual waste water treatment installations. In vulnerable areas poorly treated waste water infiltrates productive aquifers and increases concentrations of nitrogen compounds. Increased concentrations of nitrates are recorded in Vilnius suburban areas, in some cases concentration is higher than TV for drinking water (50 mg/l), anomaly of ammonia concentrations (> 1,5 mg/l) in Klaipėda suburban areas.

Contamination with dangerous substances in productive aquifers is detected very rarely, although wellfields of Vingis and Tarkų Vokė in Vilnius still remain problematic as pollution with chlorinated hydrocarbons tetrachlorethene and trichlorethene (maximal concentrations 30–36 µg/l) is constantly monitored in some of productive wells.

Lithuania share some transboundary aquifers with neighborhood countries. The most important transboundary aquifers are Quaternary confined (Belarus and Poland), Cretaceous (Rus-



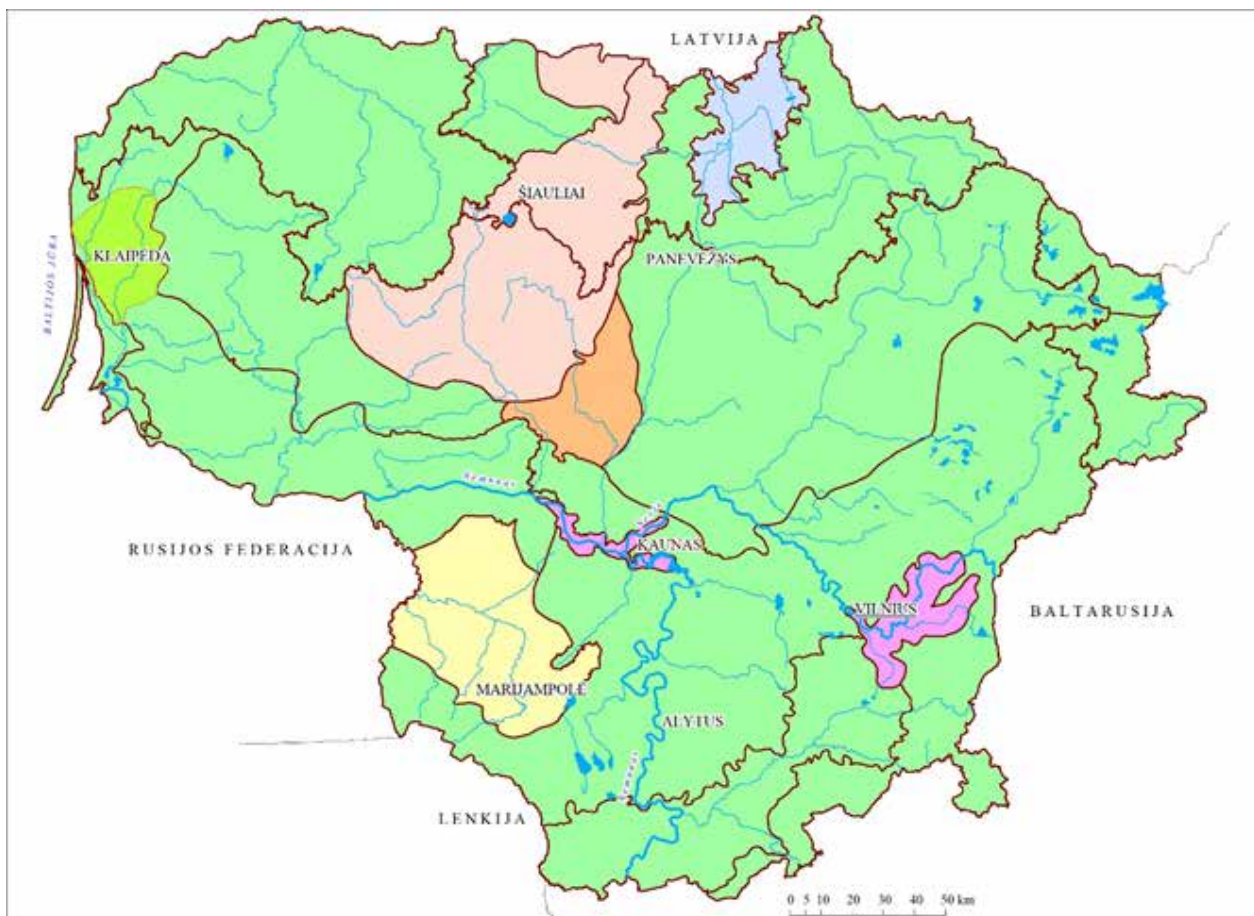
3 pav. Išgaunamo požeminio vandens kokybė (2015–2020 m. duomenys).

Fig. 3. Groundwater quality of productive aquifers.

požeminio vandens kokybei, jų reikšmes, palyginti su geriamojo vandens ribinėmis vertėmis. Daugelyje požeminio vandens baseinų išteklių kokybė išlieka gera, tačiau 5 baseinai tebėra priskirti potencialios rizikos grupei (viršutinio devono Stipinų (2), Jonišio, Suvalkijos ir Kėdainių–Dotnuvos), šių baseinų vandenvietėse geriamojo vandens cheminė sudėtis (sulfatų ir chloridų koncentracijos) dėl gamtinių priežasčių neatitinka reikalavimų geriamajam vandeniui. Atsižvelgiant į fonines koncentracijas juose nustatytos sulfatų ir chloridų koncentracijų ribinės vertės aukštesnės už specifikuotas rodiklio vertes geriamajam vandeniui (250 mg/l): chloridų – 350 mg/l, sulfatų – 500 mg/l. Rizika kyla dėl to, kad intensyviai eksploatuojant vandenvietes chloridų ir sulfatų koncentracija gali didėti. Šiuose požeminio vandens baseinuose prievolė vykdyti poveikio požeminiam vandeniui monitoringą numatyta

šia), Permian, Upper Devonian, Upper-Middle Devonian (Latvia) which are used for drinking water supply. Groundwater quality is monitored based on agreed monitoring programs and data is regularly exchanged with Latvia. Poland and Belarus. Based on provided information, status of transboundary aquifers is good, there is no significant negative impact to groundwater resources from activities in neighborhood countries.

In overall the status of groundwater bodies in Lithuania is good, but newly identified problems should be tackled with measures included in to the Program of Measures to achieve and / or maintain Nemunas, Lielupė, Venta and Dauguva river basin districts in good status. ◆



visoms vandenvietėms, išgaunančioms daugiau nei 10 m³ vandens per parą, o kituose požeminio vandens baseinuose monitoringas vykdomas vandenvietėse, išgaunančiose daugiau nei 100 m³ vandens per parą. Išanalizavus monitoringo duomenis nustatyta, kad didėjanti sulfatų ir chloridų koncentracija blogina būklę 17 proc. vandenviečių viršutinio devono Stipinų PVB, 14 proc. Kėdainių–Dotnuvos PVB, 12 proc. Joniškio PVB, 7 proc. Suvalkijos PVB ir 6 proc. viršutinio devono Stipinų (Lielupės). Bendra šių PVB būklė gera, tačiau rizika išlieka.

Požeminio vandens, kaip geriamojo vandens šaltinio, kokybę prastina gamtinės kilmės geležies, mangano ir amonio jonų koncentracijos, didesnės nei ribinės vertės geriamajam vandeniui jos nustatomos beveik visų eksploatuojamų sluoksnių požeminiame vandenyje. Permo ir viršutinio devono sluoksniuose Šiaurės Vakarų Lietuvoje išplitusios fluoridų anomalijos. Permo, viršutinio devono ir jūros sluoksniuose Šiaurės Vakarų ir Vidurio Lietuvoje randama padidėjusi boro koncentracija. Kadangi šių elementų koncentracija tiesiogiai nuo žmogaus ūkinės veiklos

Požeminio vandens baseinų būklė

- gera
- karstinio proceso suintensyvėjimo rizika
- sulfatų prietakos rizika
- chloridų prietakos rizika
- sulfatų ir chloridų prietakos rizika
- taršos nitratais rizika
- taršos amoniū rizika

4 pav. Požeminio vandens baseinų būklė.

Fig. 4. The status and risks of groundwater bodies.

(požeminio vandens gavybos) nepriklauso, tokių vandenviečių / požeminio vandens baseinų cheminė būklė vertinama kaip gera. Nauji tyrimai rodo, kad požeminiame vandenyje esama, tikėtina gamtinės kilmės, arseno anomalijų, kuriose jo koncentracija viršija 10 µg/l ribinę vertę geriamajam vandeniui. Arseno anomalijų paplitimas dar tiriamas ir ribos tikslinamos.

Pablogėjusi požeminio vandens kokybė nustatyta didžiųjų Lietuvos miestų Vilniaus, Kauno ir Klaipėdos priemiesčių teritorijose. Priemiesčiai



sparčiai plečiasi, buvę kolektyviniai sodai, dirbamos žemės laukai, pievos tapo individualių namų kvartalais. Dažniausiai geriamuoju vandeni juose vis dar apsirūpinama ir nuotekos tvarkomos individualiai. Priklausomai nuo hidrogeologinių sąlygų (vandeningųjų sluoksnių uždarumo) paviršinė tarša iš prastai tvarkomų individualių nuotekų sistemų patenka į gėrimui naudojamus vandeninguosius sluoksnius. Tada požeminiame vandenyje neleistinai padidėja azoto junginių (nitrātų, nitritų, amonio) koncentracija. Kyla grėsmė, kad į geriamąjį vandenį gali patekti ir kitų pavojingų medžiagų (pvz., farmacinių preparatų, naujos kartos patvarių organinių teršalų). Vilniaus miesto pakraščiuose ir priemiesčiuose eksploatuojamuose sluoksniuose nitrātų koncentracija yra didesnė nei būdinga šių sluoksnių vandeniui, o kai kuriose teritorijose

viršija 50 mg/l ribinę vertę geriamajam vandeniui. Klaipėdos regione nustatyta padidėjusi indikatorinio rodiklio amonio koncentracija.

Pavojingomis cheminėmis medžiagomis pagrindiniai vandeningieji sluoksniai užteršiami labai retai, probleminėmis išlieka Vilniaus Vingio ir Trakų Vokės vandenvietės, kurių gręžiniuose randama chloruotų angliavandenilių tetrachloreto ir trichloreto, jų koncentracijų sumos maksimalios vertės siekia 30–36 µg/l ir viršija ribinę vertę geriamajam vandeniui (10 µg/l).

Apskritai vertinant, požeminio vandens baseinų būklė išlieka gera, o naujai identifikuotoms problemoms spręsti reikalingos priemonės, kurios turėtų būti įtrauktos į Nemuno, Lielupės, Ventos ir Dauguvos upių baseinų rajonų gerai būklei pasiekti ir (arba) išlaikyti priemonių programą. ◆



Lietuvos seismologinis monitoringas 2020 metais

Seismological monitoring in Lithuania in 2020

A. Pačėsa, Lietuvos geologijos tarnyba

2020 metais Lietuvos geologijos tarnyba (LGT) toliau vykdė Lietuvos ir gretimų teritorijų seismologinį monitoringą (projektas „Lietuvos seismologinis monitoringas“). Seisminių stebėjimų duomenis (beveik) realiu laiku LGT seisminių stebėjimų duomenų valdymo grupė (LGT SSDVG) gaudavo iš LGT Paburgės (PBUR) ir Paberžės (PABE) plataus diapazono seisminių stebėjimų stočių. Iš keturių vienkomponenčių trumpaperiodžių seisminių stebėjimo stočių (IIGN, IDID, IZAR, ISAL) seisminių stebėjimų duomenys LGT buvo atsiunčiami pagal realius poreikius.

Be Lietuvoje esančių seisminių stočių, duomenys buvo gaunami ir iš kitų Baltijos regiono seisminių stočių (SLIT – Latvija, VSU ir ARBE – Estija, SUW ir GKP – Lenkija, RGN, STU ir RUE – Vokietija, MEF, JOF, SUF ir VAF – Suomija, AAL – Švedija) bei PUL – Rusija, taip pat esant poreikiui kitų šalių (APE ir KARP – Graikija, DAG – Grenlandija, VAL – Airija, MTE – Portugalija, PSZ – Vengrija, TIRR – Rumunija) registruoti duomenys. Dauguma duomenų buvo gaunama per GEOFON seismologinį tinklą, kurio centras yra Vokietijos geomokslų tyrimų centre (GFZ) Potsdame, Vokietijoje. Šiame centre gaunama duomenų iš visų pasaulyje įrengtų GEOFON seisminių stočių ir šie duomenys yra viešai prieinami.

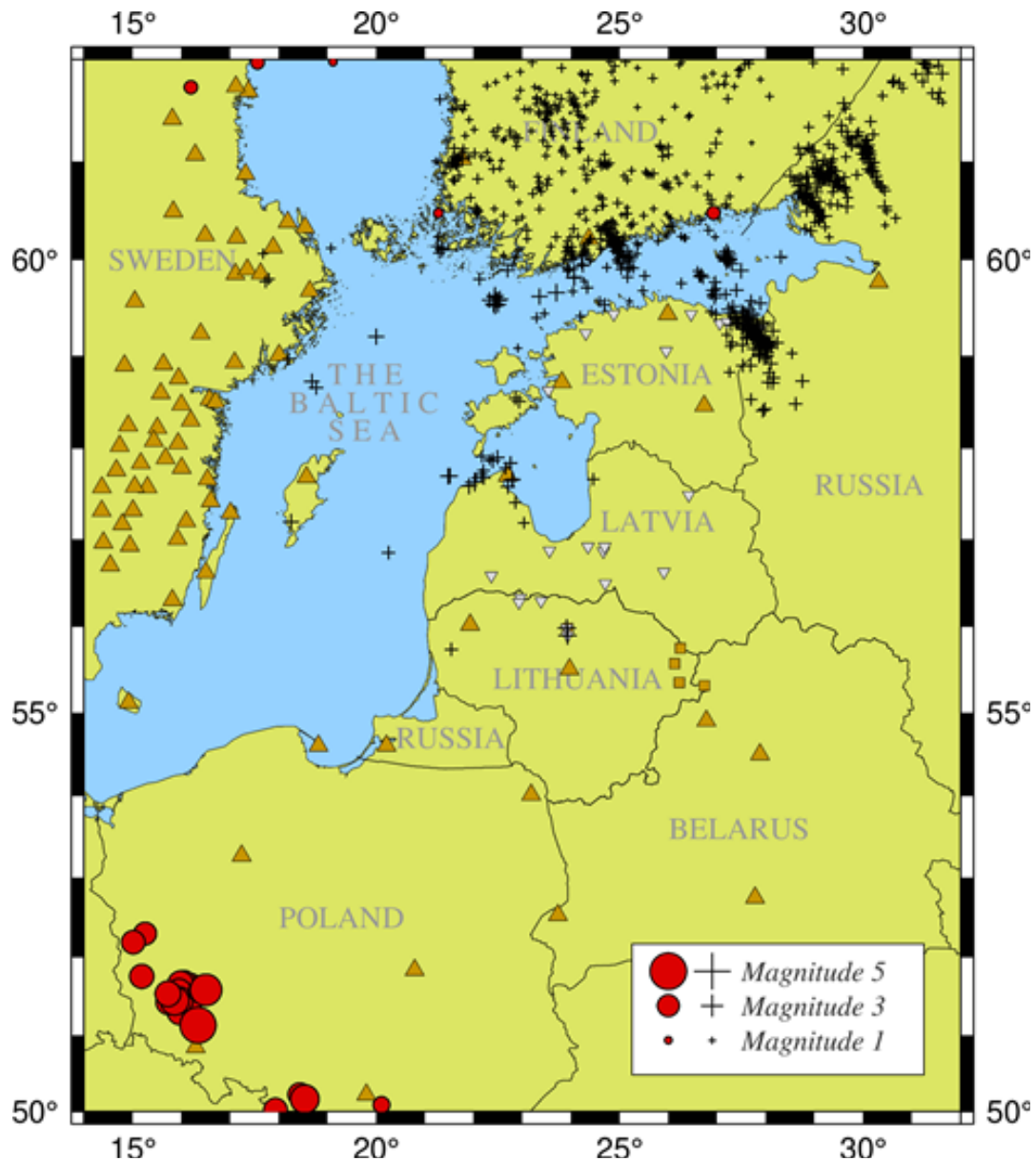
Seisminių stočių seismologiniai duomenys buvo apdorojami ir analizuojami LGT SSDVG, buvo sudaryti seisminių įvykių katalogai, kurie buvo pateikiami apibendrinimai mėnesiniuose ir metiniame biuleteniuose. 2020 metais buvo užregistruoti, analizuoti ir Seisminių įvykių kataloge pateikti 2 467 seisminiai įvykiai: iš jų 190 įvykių

Seismological monitoring of Lithuania was continued in 2020. It included acquiring, processing, analysing and summarizing seismic data recorded by two broadband seismic stations PBUR (Plungė Municipality) and PABE (Kėdainiai Municipality) and four one-component short-period seismic stations (IIGN, IDID, IZAR, ISAL) of Lithuanian Geological Survey (LGS; Fig. 1). The seismological data from the broadband seismic stations PBUR and PABE were delivered to the LGT in the near real time while the data from the INPP stations were collected according to actual needs.

Apart from the stations located in Lithuania, seismic data were received from stations in the region around the Baltic Sea: SLIT – Latvia, VSU and ARBE – Estonia, SUW and GKP – Poland, RGN, STU and RUE – Germany, MEF, JOF, SUF and VAF – Finland, AAL – Sweden and PUL – Russia and also, when necessary, from other countries (APE and KARP – Greece, DAG – Greenland, VAL – Ireland, MTE – Portugal, PSZ – Hungary, TIRR – Romania). The data from most of these stations were received from GEOFON seismic network of GFZ, Potsdam, Germany.

The 2020 seismic catalogue includes 2 467 seismic events. 2190 were local ones (distances to epicentres were less than 800 km), 87 regional ones (distances to epicentres between 800 and 2 200 km), and 190 tele seismic (distances to epicentres were more than 2200 km).

The main focus of Lithuanian seismic monitoring is local seismic events within the Baltic re-



1 pav. 2020 m. LGT užregistruotų vietinių seisminių įvykių žemėlapis. Oranžiniais trikampaiais žymimos plataus diapazono seisminių stebėjimų stotistotys, oranžiniai kvadratai – trumpo periodo seisminės stotys, apversti pilki trikampiai – karjerai, kuriuose vykdomi sprogdinimo darbai, raudoni apskritimai – žemės drebėjimai, kryžiai – sprogdinimai.

Fig. 1. Map of local seismic events registered in the LGT in 2020. Orange triangles mark broad band seismic stations, orange squares – short period seismic stations, inverted grey triangles – quarries where explosions can be carried out, red circles – induced or natural earthquakes, crosses – explosion events.



2 pav. Povandeniniai sprogdinimai, įvykdyti senų sprogdinimų naikinimo operacijos „Open Spirit 2020“ metu Baltijos jūroje netoli Latvijos krantų.

Fig. 2. Explosions for neutralization of old explosives in the Baltic Sea during the mine clearance operation „Open Spirit 2020“ near the Latvian coast.

buvo tolimi (teleseisminiai, tolimesni nei 2 200 km), 87 regioniniai (epicentra tolimesni nei 800 km, bet artimesni nei 2 200 km) ir 2 190 vietinių seisminių įvykių (epicentra artimesni nei 800 km).

Lietuvos seismologinio monitoringo projekte daugiausia dėmesio skiriama vietiniams seisminiams įvykiams Baltijos regione ir aplinkiniuose regionuose (1 pav.). Iš 2 190 vietinių seisminių įvykių 64 įvykiai buvo natūralūs arba indukuoti žemės drebėjimai, o kiti – paviršiniai arba povandeniniai sprogdinimai. Pietvakarinėje Lenkijos dalyje, Vroclavo apylinkėse, kur intensyviai išgavamas lignitas (rudoji anglis), užfiksuoti 57 indukuoti žemės drebėjimai (1 pav.). Kiti silpni žemės drebėjimai (M-2.0) užfiksuoti centrinėje Švedijos dalyje, Botnijos įlankoje prie rytinių Švedijos krantų Baltijos jūroje ir pietinėje Suomijoje.

Šimtai vietinių sprogdinimų užfiksuota pietinėje Suomijos dalyje, šiaurės rytų Estijoje, kur karjeruose išgaunami degieji skalūnai, ir šiaurės vakarinėje Rusijos dalyje greta Estijos sienos, kur tikėtina taip pat vyksta degių skalūnų gavyba. Kelios dešimtys sprogdinimų užfiksuota Suomijos įlankoje Baltijos jūroje, kur tikėtina buvo naikinami po Pirmojo ir Antrojo pasaulinių karų likę sprogmėnys. Dar kelios dešimtys vietinių jūrinių sprogdinimų buvo lokalizuota Irbės sąsiauryje ir Rygos įlankoje. Šie sprogdinimai sietini su tarptautine senų sprogmėnų naikinimo operacija „Open Spirit 2020“ (1 ir 2 pav.).

2020 m. lapkričio 10 d. 12 val. 26 min. Lietuvos laiku vakarinėje Lietuvos dalyje buvo užregistruotas tikėtinas sprogdinimas (1 pav.). Tiek šio įvykio seismogramos, turinčios dideles P bangos amplitudes ir sunkiai išskiriamas S bangas, tiek šio įvykio spektrogramos, kuriose pagrindinė energija koncentravosi ties P bangos atėjimu, gana argumentuotai leidžia manyti, kad šis įvykis buvo sprogdinimas.

282 karjeriniai sprogdinimai užfiksuoti šiaurės Lietuvoje esančiuose dolomito Petrašiūnų II ir Klovainių karjeruose (1 pav.). Petrašiūnų II karjere užfiksuotas 151 sprogdinimas, o Klovainių – 131 sprogdinimas. ◆

gion (Fig. 1). Out of 2190 local events in 2020, 64 were natural or induced earthquakes. 57 induced earthquakes were located in southwestern Poland. There, in the region west of Wrocław city, induced earthquakes are common because of intensive lignite mining in open quarries (Fig. 1). The other weak earthquakes (M-2.0) were located in the central part of Sweden, in the Gulf of Bothnia near the eastern coast of Sweden in the Baltic Sea and in southern Finland.

Hundreds of explosions were registered in the southern Finland and north-eastern Estonia where shale is intensively extracted in open mines. A few dozens of marine explosions were recorded in the Gulf of Finland in the Baltic Sea. Most probably these explosions could be associated with mine clearance operations. A few dozens of marine explosions were located in Irbe Strait between the coasts of Estonia and Latvia. These explosions were related with the international mine clearance operation “Open Spirit 2020” (Figs 1 and 2).

A probable explosion was recorded on 10th of November in the western Lithuania (Fig. 1). The shape of seismogram and spectrogram showed that main energy of the event was concentrated around P-wave arrival. This observation quite reasonably suggests that this event was related with explosion.

282 explosions were registered in the northern Lithuania (Fig. 1). They were caused by routine mining of dolomite in the quarries of “Petrašiūnai-II” and “Klovainiai” in the Municipality of Pakruojis. Out of 247 explosions, 151 were located in “Petrašiūnai-II” and 131 in the “Klovainiai” quarries. ◆

Naujų žemės gelmių išteklių potencialo vertinimo informacijos sisteminimas

Systematization of
information for the
assessment of the new
underground resources
potential

J. Bitinas, Lietuvos geologijos tarnyba

2016–2020 metų valstybinių geologinių tyrimų programos „Geoenergetika ir saugi aplinka“ projektas „Naujų žemės gelmių išteklių potencialo vertinimo informacijos sisteminimas“ buvo vykdomas 2019–2020 metais. Projekto tikslas – įvairios paskirties giliųjų gręžinių duomenų ir geofizinės informacijos kompleksinė analizė, revizija ir tikslinimas, giliųjų gręžinių stratigrafinio suskirstymo ir indeksų revizija.

Projekto vykdymo metu buvo surinkti, susisteminti ir apibendrinti 460 Lietuvos teritorijos giliųjų gręžinių duomenys, sudarytas skaitmeninis šių duomenų masyvas, atlikta šių gręžinių stratigrafinio suskirstymo revizija ir patikslinimas pagal patvirtintas naujas stratigrafines schemas: devono, karbono, permio, triaso, jūros, kreidos, paleogeno ir neogeno geologinių sistemų stratigrafinis suskirstymas – pagal 2011 metais patvirtintą stratigrafinę schemą, o ediakaro, kambro, ordoviko, silūro sistemoms – pagal 2015 metais patvirtintą stratigrafinę schemą. Taip pat buvo surinkta ir susisteminta šių gręžinių litologinė informacija, integruojant su stratigrafiniais duomenimis pateiktas ir kompleksinis kiekvieno gręžinio stratigrafinių padalinių litologinis apibūdinimas. Pagal projekto rezultatus bus patikslinti Valstybinės geologijos informacinės sistemos „Geolis“ gręžinių posisteminio duomenys. ◆

The project “Systematization of information for the assessment of the new underground resources potential” of the State Geological Investigations programme of years 2016–2020 “Geoenergy and safe Environment” was carried out in 2019–2020. The aims of the project were: complex analysis, systematization and revision of well data and geophysical information (in digital format and on paper) and revision of stratigraphic subdivision and indices of deep wells.

In the course of the project, the information about 460 deep wells in the territory of Lithuania was collected, analysed and systemized, a numerical array data was created, the stratigraphic subdivision of these wells was revised following the approved new stratigraphic schemes: the stratigraphic subdivision of Devonian, Carboniferous, Permian, Triassic, Jurassic, Cretaceous, Paleogene and Neogene geological systems according to the stratigraphic scheme approved in 2011 and subdivisions of Ediacaran, Cambrian, Ordovician and Silurian geological systems according to the stratigraphic scheme approved in 2015. The lithological information about each of the revised well also was collected and integrated into the stratigraphic information. The results of this project will serve as a base for updating the stratigraphic information of deep wells in the “Well subsystem” of the State geological information system “Geolis” of Lithuanian Geological Survey. ◆

Georadaro veikimo metodinių ir techninių galimybių vertinimas

Evaluation of methodological and technical possibilities of ground penetrating radar

S. Lozovskis, Lietuvos geologijos tarnyba

Georadaras – tai paviršinių atspindžių radaras (GPR – *Ground Penetrating Radar*), skirtas popaviršinių atspindžių tyrimams. Siųstuvu siunčiamos elektromagnetinės bangos sklinda gruntu ir yra atspindimos nuo ribų, pasižyminčių skirtingomis elektrinėmis savybėmis. Atsispindėjęs signalas yra fiksuojamas georadaro antenoje ir registruojamas nešiojamajame kompiuteryje. Georadaro bangų skvarbumo gylis priklauso nuo jo naudojamo elektromagnetinių bangų virpesių dažnio ir nuo grunto elektrinių savybių. Didėjant dažniui, gerėja georadaro skiriamoji geba, bet mažėja skvarbumo gylis, o didėjant grunto elektriniam laidumui, didėja elektromagnetinio lauko energijos išsklaidymas (sugėrimas), dėl ko skvarbumo gylis irgi sumažėja. Kuo didesnis dviejų sluoksnių dielektrinių konstantų skirtumas, tuo didesnė energijos dalis atsispindi ir riba (ar objektas) matomas ryškiau. Taigi, smėlyje, kurio varža, palyginti su priemoliais ir moliais, – didelė, galimas skvarbumo gylis 15–20 metrų. O priemolyje ar molyje skvarbumo gylis gali siekti vos keletą dešimčių centimetrų. Dėl šios priežasties tyrimai georadaru priklauso nuo tiriamojo ploto esamų geologinių sąlygų ir yra labai svarbu nustatyti kuo platesnį georadaro metodinį ir techninį panaudojimo spektrą.

Tyrimas georadaru yra naudojamas: inžineriniams geologiniams kartografavimams miestuose (kur neįmanoma atlikti gręžimo darbų: asfalto danga, daug komunikacijų ir kitokių kliuvinių); pavojingų geologinių reiškinių paieškai ir jiems identifikuoti, nematomi da-

Georadar is a surface reflection radar (GPR – Ground Penetrating Radar) designed for post-surface reflection research. The transmitter sends an electromagnetic wave that spreads through the soil and is reflected from contacts with different electrical characteristics. The reflected signal is recorded in the georadar antenna and uploaded on the laptop. The depth of georadar penetration depends on the frequency of electromagnetic wave vibrations used by it and on the electrical properties of the soils. As the frequency increases, the resolution of the georadar improves, but the depth of penetration decreases, and as the electrical conductivity of the soil increases, the dissipation (absorption) of the energy of the electromagnetic field increases, which also reduces the depth of penetration. The greater the difference between the dielectric constants of the two layers, the greater the energy share is reflected and the boundary (or object) is seen more vividly. Thus, in the sand, the resistance of which compared to clays is large, the depth of penetration can reach 15–20 meters. Meanwhile, in clay, the depth of penetration can reach only a few tens of centimetres. For this reason, georadar surveys depend on the existing geological conditions of the research area and it is essential to establish the widest possible methodological and technical range of uses of georadar.

Georadar research is adapted: for engineering geological mapping in cities (where drilling is impossible: asphalt coating, many communications and other obstacles); the search and identification of dangerous geological phenomena, the identification of an invisible part; assessment of the abrasive shores; underground localisation

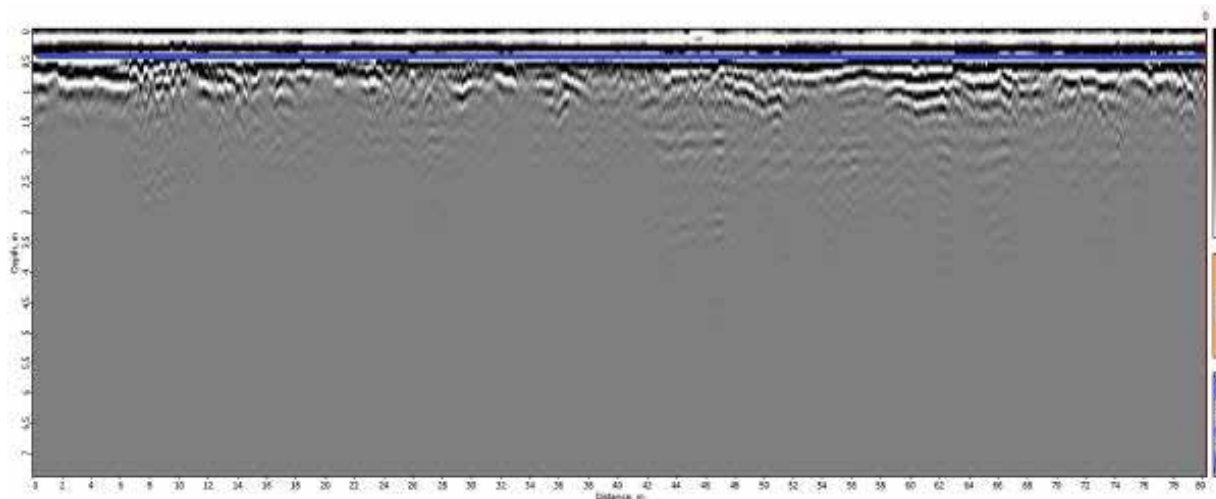
liai nustatyti; abraziųjų krantų pjūviui vertinti; geologinės aplinkos taršos šaltinių buvimo vietai po žeme operatyviai nustatyti; komunikaciniams, vamzdynų ir kitokiems tinklams rasti; archeologiniams tyrimams; užkastų objektų ar kitokių kliuvinių paieškai, kt.

Lietuvos geologijos tarnyba (LGT) 2020 metais teikė tarnybinę pagalbą AAD-ui, (Aplinkos apsaugos departamentui) kriminalistams bei kitoms Lietuvos Respublikos institucijoms atliekant užkastų objektų paieškas. Buvo vykdomi lauko darbai georadaru, norint nustatyti užkastų šiukšlių, vamzdžių ir kitų objektų vietas, sudaryti ir interpretuoti ~120 georadaro profiliai, pateiktos geofizinių tyrimų išvados. Atliekant tyrimus esant betonei dangai buvo nustatyta, kad georadaro skvarbumo gylis yra labai sekus, bet galima tiksliai nustatyti betono ir po juo esančio kontakto gylį (1 pav.). Taip pat yra gerai išskiriamas horizontalus žemės ir betoninės dangos sąlytis (2 pav.). Nustatyta, kad georadaras gerai fiksuoja šulinius (3 pav.).

of sources of environmental pollution; identification of communication, pipelines and other networks; archaeological research; the search for buried objects or other obstacles; etc.

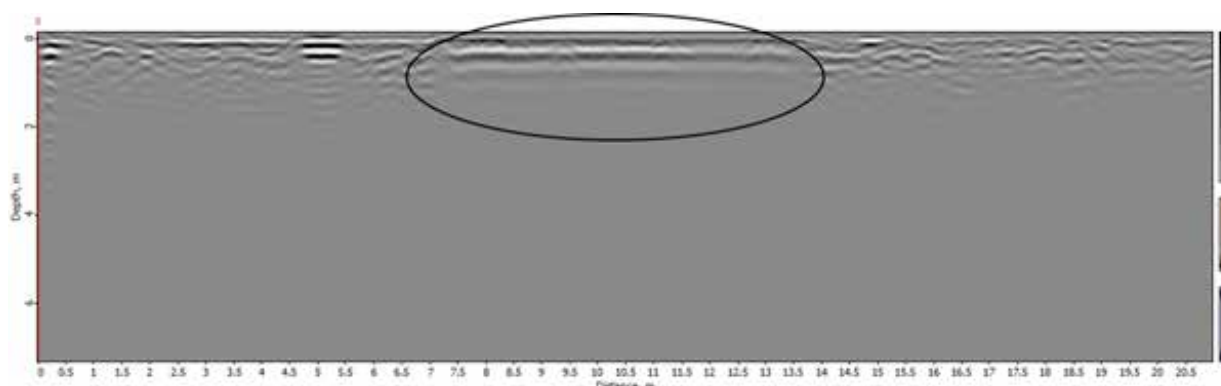
In 2020, the Lithuanian Geological Survey (LGT) provided official assistance to the Department of Environmental Protection (AAD), police forensics and other institutions of the Republic of Lithuania in the search for buried objects of different origin. Field works by applying georadar were carried out, in order to determine the locations of the buried debris, pipes and other objects, in result ~120 georadar profiles were created and interpreted and the conclusions of the carried out geophysical investigations provided.

It was observed, that in the case of concrete surface, the depth of georadar penetration was very shallow, but the depth of concrete and the contact underneath can be easily determined (Fig. 1). Also a horizontal contact between the soil and concrete can be easily distinguished



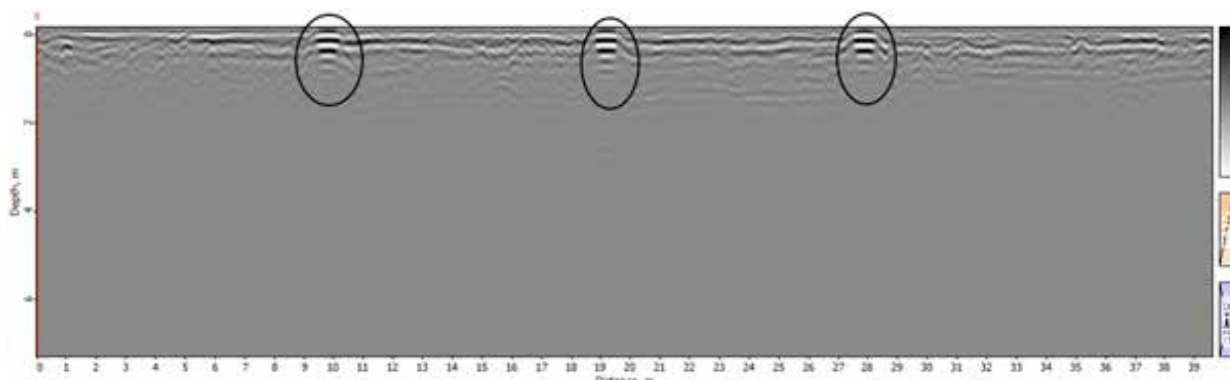
1 pav. Georadaro profilis ant betonuoto paviršiaus. Mėlyna linija – betoninės dangos ir po ja esančio sluoksnio kontaktas.

Fig. 1. Georadar profile on a concreted surface. Blue line – the contact of the concrete and the layer underneath.



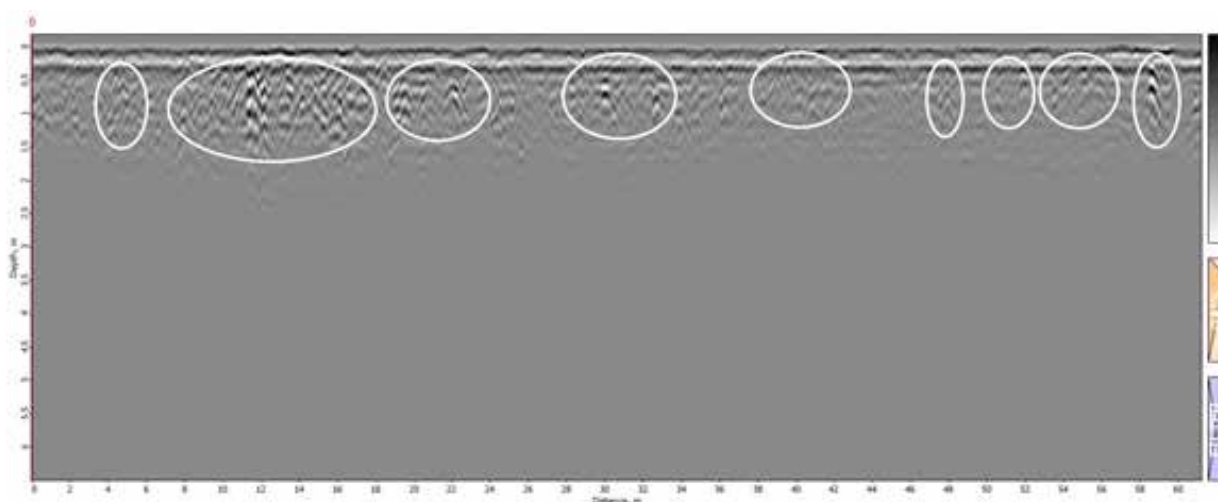
2 pav. Georadaro profilis per betono kontaktą. Juodai apvestas betonuotas paviršius.

Fig. 2. Georadar profile through concrete contact. Blacked – concreted surface.



3 pav. Georadaro profilis per šulinius. Juodai apvesti kanalizacijos šuliniai.

Fig. 3. Georadar profile through wells. Blacked – sewer wells.



4 pav. Georadaro profilis su kliuviniais (baltai apvesti).

Fig. 4. Georadar profile with unknown objects (whited).

Atliekant darbus buvo pastebėta, kad georadaru tiksliausiai galima nustatyti užkastų objektų vietų lokacijas bei grunto ir geologinių sluoksnių nevientisumą. Paveiksle (4) matomi įvairūs kliuviniai: tai gali būti didesni rieduliai ar kiti technogeniniai objektai (plytos, betono gabalai, plastikinės detalės ir kt.). Patikrinus pirminės geofizinių tyrimų rezultatų interpretacijos validumą lauko darbų metu, t. y. atkasus kelis objektus išilgai šio profilio, matyti, kad pirminė geofizinių duomenų interpretacija buvo tiksli ir šiose vietose yra statybinių bei kitų atliekų (5 pav.). Ekskavatoriumi buvo iškasti net didesnio gabarito asfalto ir betono gabalai (6 pav.).

Geofiziniai tyrimai georadaru, atliekami įvairiose geologinėse sąlygose, atskleidė įvairių rezultatų. Buvo patvirtintos metodinės prielaidos, kad bangų skvarbumo gylis priklauso nuo tiriamos vietovės geologinės sandaros, tačiau rezultatai priklauso ir nuo tyrimų tikslo ir užduoties. Dažniausiai georadaru galima nustatyti negiliai

(Fig. 2). It was observed that georadar can be used to detect wells (Fig. 3).

During the field works carried out, it was observed that application of georadar was the most accurate way to determine the location of the buried debris and other objects. Fig. 4 shows various buried objects that can be larger boulders or other technogenic objects (bricks, pieces of concrete, plastic, etc.). The results of the primary geophysical investigations were later on checked by field works: e.g. by digging up several objects located along this profile: Fig. 4 shows that the initial interpretation was fully correct as the construction and other waste was found in these places (Fig. 5). With the help of an excavator pieces of asphalt and concrete of even larger dimensions were excavated (Fig. 6).

Research using georadar in various geological conditions showed different results. The methodological assumptions that the depth of penetration depends on the geological structure of the site was confirmed. The results also depend on the aim



5 pav. Išilgai profilio (4 pav.) iškasti šurfai su aptiktomis atliekomis.



Fig. 5. Dig ups along the profile (Fig. 4) with detected wastes.



6 pav. Išilgai profilio (4 pav.) ekskavatoriaus iškastos statybinės atliekos.



Fig. 6. Construction waste excavated along the profile (Fig. 4).

užkastus objektus ir negiliai esančius kontaktus, tačiau jei yra ieškoma objektų ar kontaktų giliau, tada rezultatai labai priklauso nuo tiriamojoje aplinkoje vyraujančio grunto. ◆

and task of investigations. Most often, it is possible to identify shallow buried objects and shallow contacts, but, if objects or contacts are located deeper, the results largely depend on the prevailing soil/ geological layers in the survey site. ◆



Karstinių procesų tyrimai ir reiškinių stebėseną: gipso denudacija požemyje bei ir naujos smegduobės Šiaurės Lietuvoje

Investigation and monitoring
of karst process and
phenomena: gypsum
denudation in the under-
ground and new sinkholes in
Northern Lithuania

V. Mikulėnas, V. Minkevičius, R. Kanopienė, S. Danielius, Lietuvos geologijos tarnyba
J. Taminskas, R. Linkevičienė, K. Dilys, N. Skuodienė, Gamtos tyrimų centras

Šiaurės Lietuvos karstiniame regione kasmet atsiranda naujų smegduobių taip pat čia stebimi kiti su karstiniu procesu susiję reiškiniai. Tai sietina su požemyje ištirpintomis gipsingomis uolienomis ir jų išnešimu su upių nuotėkiu. Intensyvi gipso cheminė denudacija (gipso ištirpinimas ir išnešimas) ypač grėsminga tose karstinio rajono vietose, kur po tik kelių metrų storio kvartero uolienų dangą slūgso tirpios gipsingos Viršutinio devono uolienos (aktyvaus sulfatinio karsto zona). Čia susidarancios tuštumos, jeigu jas dengiantis kraigas pakankamai atsparus, po žeme gali išbūti ilgą laiką. Tačiau, susilpnėjęs kraigui, žemė prasmenga – susidaro smegduobės. Smegduobės mažina žemės ūkio naudmenų plotą, komplikuoja žemės ūkio darbus, sugriaua ar sugadina statinius ir komunikacines sistemas. Viena iš pagrindinių tuštumų susidarymo sąlygų yra intensyvi sulfatų ir kalcio neprisotinto vandens prietaka ir apykaita karstėjančiose gipso uolienose. Ją gali lemti klimato kaita ir antropogeninės priežastys – vandens režimo sutrikdymas aktyvaus sulfatinio karsto zonoje.

2020 metų gegužės mėn. buvo išnagrinėtas ir patikrintas detalus 3D žemėlapis sukarstėjusiam Vilkų miško plote (1 pav.), kurį, remdamasi bepiločiu orlaiviu (BO) nuskenuotais duomenimis, sudarė ir pateikė UAB „Geopartneris“. Remiantis šiuo vaizdu naujai identifikuoti 8 įvairaus amžiaus karstiniai reiškiniai. Pasvalio r. sav. Mikoliškio kaime buvo inventorizuota nauja smegduobė, 2020 m. balandžio 23 d. atsivėrusi už karstinio regiono ribų dirbamos žemės lauke, ji buvo 4 m skersmens ir 3 m gylio (2 pav.).

New sinkholes appear annually in the North Lithuanian karst region where also other phenomena related to the karst process are monitored. The investigated phenomena are related with underground dissolution of gypsumiferous rocks and dissolution products run off by the river flow. Intensive gypsum denudation causes highest risk in the areas where the upper Devonian gypsum rocks occur only a few meters under the Quaternary cover (active sulphate karst zone). Karst processes form underground cavities. When the cover loses stability – sinkholes appear. Sinkholes reduce area of arable land, complicate farming, destroy and damage buildings and engineered communications. One of the main causes of the cavity formation is the intensive filtration of fresh groundwater in the gypsum rocks. It could be related with the climate conditions and their changes or with the anthropogenic conditions causing the disturbance of groundwater regime in the active karst zone.

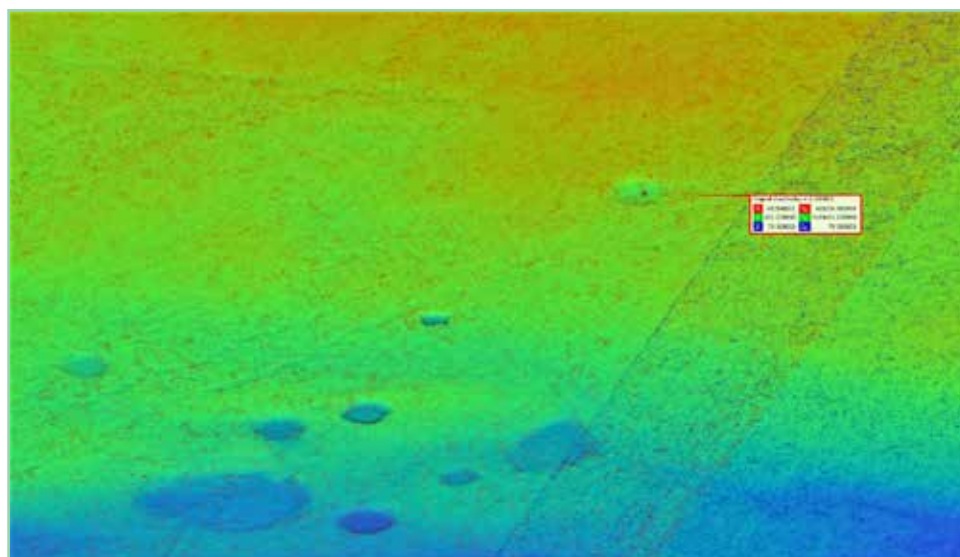
A detailed 3D map (compiled by JSC “Geopartneris” based on the laser scanning data) of Vilkų forest karstic area was analysed and checked in the field in May 2020 (Fig. 1). According to the provided image, 8 phenomena of different age were identified. One new sinkhole, which appeared on April 23rd, 2020, was inventoried in the Mikoliškis Village of Pasvalys District (Fig. 2).

The year 2020 does not stand out for a high amount of new karst phenomena. Not many new small sinkholes were found during the



1 pav. Senos smegduobės dubuo (pažymėta 3D iliustracijoje, pav.) atspindi matomas iš lazerinio skenavimo duomenų sukurtame žemėlapyje (apačioje); viršuje dešinėje – „Vilkų miško 1“ smegduobė (2014 m.).

Fig. 1. The bowl of the old sinkhole in Vilkų (Wolf) forest top left) could be seen on the map of laser scanning data (bottom); top right – sinkhole “Vilkų miško 1” (2014).



2 pav. Nauja smegduobė Mikoliškio kaimo šiauriniame pakraštyje, 2 km į P nuo Pušaloto miestelio.

Fig. 2. New sinkhole at the Northern edge of Mikoliškis village, 2 km to South from Pušalotas town.

2020 metai nebuvo intensyvūs naujų karstinių reiškinių gausa – pavasarį ir rudenį buvo surasta palyginti su ankstesniais metais nedaug naujų nedidelių karstinių ir karstinių-sufozinių įgriuvų Biržų rajono Karajimiškio, Kaunių, Kiršonių kaimų laukuose (3 pav.). Iš viso per 2020 metus inventorizuota 10 naujų ir 20 nedidelių (įslūgos, urvai) karstinių formų.



3 pav. Naujos nedidelės karstinės-sufozinės įgriuvos Karajimiškyje ir Kauniuose (dešinėje).



Fig. 3. New small sinkholes in Karajimiškis (left) and Kauniai (right).

2020 m. spalio pabaigoje BO buvo pakartotinai tirti intensyviai karstėjantys plotai Drąseikių (2,59 km²), Biržų, Karajimiškio, Mantagailiško, Latveliškio, Padaičių ir Naciūnų (11,38 km²) kaimuose. Taip pat papildomai (pirmą kartą) su BO buvo tirti plotai Kirdonyse (0,54 km²) ir Kiršonyse (0,38 km²). Jie buvo pasirinkti, nes 2019 metais įprastų lauko maršrutų metu juose buvo surasta po keletą naujų įgriuvų. Visoms šioms teritorijoms buvo sudaryti ir vizualiai išnagrinėti ortofotografiniai žemėlapiai, kuriuose išryškėja naujos smegduobės (4 pav.).

Keli karstinio rajono reikšmingesni objektai (Karvės olos, Geologų, Kruopio smegduobės ir Kiršonių akmuo) buvo aerofotografuoti iš mažesnio aukščio siekiant tikslesnio jų erdvinio kartografavimo. Bendradarbiaujant su BRP specialistais buvo įrengtas ir geodeziniu tikslumu „priištą“ paviršiaus sėdimo periodiniam matavimui reperis (GCP) pamažu dumbančiame plote ties Karvės olos smegduobe (5 pav.).

spring and autumn in the field of Karajimiškis, Kauniai, and Kiršonys villages (Fig. 3) of Biržai District. In total, 10 sinkholes and 20 small caves and depressions were inventoried in 2020.

By the end of October, 2020 areas of active karst in Drąseikiai (2.59 m²), Biržai, Karajimiškiškis, Mantagailiškis, Latveliškis, Padaičiai and Naciūnai (11.38 km²) villages were

investigated repeatedly using unmanned air vehicle (UAV). In addition, areas in Kirdonyse (0.54 km²) and Kiršonys (0.38 km²) villages were investigated for the first time. These areas were selected because several new karst phenomena were found there in 2019 during field works. Detailed orthophoto maps were compiled and analysed for all these areas where new sinkholes were found (Fig. 4).

Several significant objects of karst region (Karvės Ola, Geologų and Kruopis sinkholes and Kiršonys Stone) were investigated by UAV from a smaller height with a purpose of more detailed mapping. Together with the specialists of Biržai Regional Park, the geodetic point (GCP) for the subsidence monitoring was installed near the Karvės Ola sinkhole (Fig. 5).

The Lithuanian Geological Survey monitors the karst landscape and, together with the scientists from the Natural Research Centre, has been monitoring changes in the value of gypsum



4 pav. 2020 metų spalio pabaigoje su BO atliktose aerofotonuotraukose virš Kiršonių kaimo laukų gerai matomos naujos nedidelės smegduobės, viršuje: Nr. 1253: Kirs-19-01, Nr. 1357: Kirs-19-04 ir apačioje nuotraukos centre – Nr. 1380: Kirs-20-01 (unikali numeracija GEOLIS GPR sistemyje).

Fig. 4. New small sinkholes clearly seen on the aerophoto images of Kiršonys village, compiled according UAV records; on the top – No 1253 „Kirs-19-01“, No 1357 „Kirs-19-04“; on the bottom – No 1380 „Kirs-20-01“ (unique numbers from GEOLIS data basis used).



Lietuvos geologijos tarnyba vykdo karstinio kraštovaizdžio monitoringą ir kartu su Gamtos tyrimų centro mokslininkais jau kelis dešimtmečius stebi ištirpusio ir išplauto iš žemės gelmių sluoksnių gipso kiekio (denudacijos intensyvumo) pokyčius. Šis skaičiavimas atliekamas tiriant požeminio vandens, ištekancio į upes, cheminę sudėtį ir kiekį, pagal tai nustatoma, kiek kubinių metrų gipso buvo išplauta iš vieno kvadratinio kilometro. Teoriškai tai reiškia – kiek kubinių

(intensity of denudation) dissolved and leached from the subsoil layers for several decades. The calculations are carried out by examining the chemical composition and quantity of groundwater flowing into rivers, which determines how many cubic meters of gypsum have been leached from one square kilometre. Theoretically, this shows how many cubic meters of cavities of different sizes could have formed in the karst region. Large underground cavities closer to the



5 pav. Detalūs papildomi darbai Mantagailiščio ir Karajimiškio kaimuose įrengiant GCP taškus aeronuotraukų tikslesniam pririšimui

Fig. 5. Detailed field works for the arrangement of GCP points in Mantagailiškis and Karajimiškis villages.



metrų įvairaus dydžio tuštumų galėjo susidaryti karstiniame regione. Didelės požemio tuštumos, esančios arčiau žemės paviršiaus, dažniausiai atsiveria šulinio formos karstinėmis įgriuvomis, kurios vėliau virsta piltuviškoms smegduobėmis, o vėliau įgyja artimą elipsiniam paraboloidui formą.

Per visą denudacijos matavimo, nuo 1963 metų, laikotarpį, 2017 metais nustatytas rekordinis gipso denudacijos intensyvumas – net $284 \text{ m}^3/\text{km}^2$, tiek kubinių metrų tuštumų požemyje susidarė viename kvadratiname

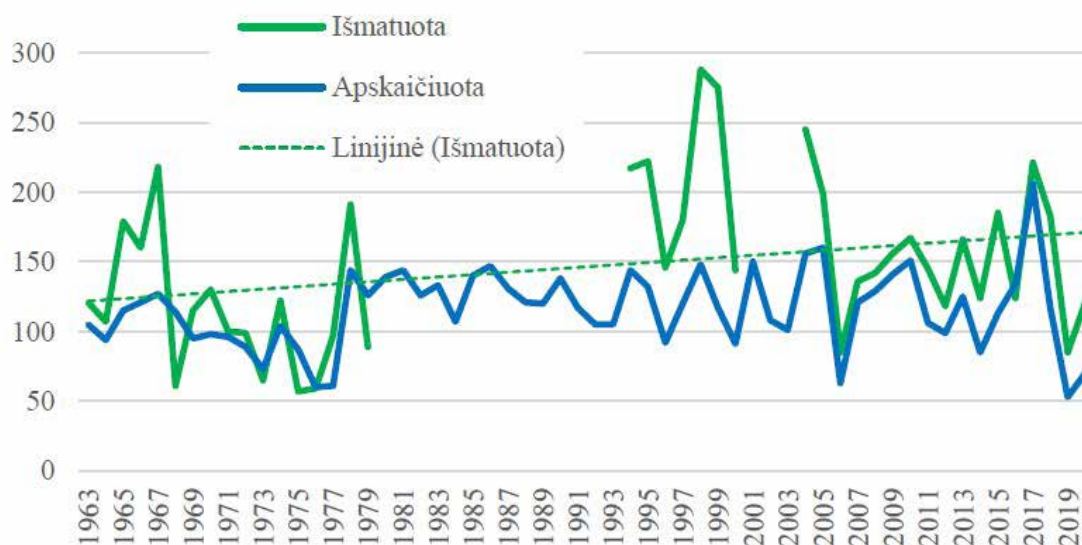
earth's surface usually open up into well-shaped karstic depressions, which later turn into funnel sinkholes and eventually acquire a shape close to the elliptical paraboloid.

During the whole period of denudation measurements, since 1963, in 2017 a record intensity of gypsum denudation was observed – as intensive as $284 \text{ m}^3/\text{km}^2$, so many cubic meters of voids in the basement were formed per square kilometre. The chemical denudation of gypsum in 2017 was by 54 % higher than the average in 1963–1979. After a very watery year of 2017,



kilometre. Gipso cheminė denudacija 2017 metais buvo net 54 proc. didesnė nei vidutinė 1963–1979 metais. Po labai vandeningų 2017 metų, kai į požemį pateko išskirtinai didelis atmosferinių kritulių kiekis, lėmęs išskirtinai intensyvią gipso denudaciją, 2018 ir 2019 metai buvo sausi. Požeminio vandens išteklių išseko. 2020 metai buvo šiek tiek vandeningesni už 2018–2019 metus, todėl požeminio vandens išteklių padidėjo, tai lėmė ir gipso cheminės denudacijos intensyvumo didėjimą 2020 metais. Aktyvaus karsto zonoje (Tatulos baseinas) 2019 metais denudacijos intensyvumas buvo mažiausias nuo 2006 metų – sumažėjo iki $85 \text{ m}^3/\text{km}^2$,

when exceptionally high amount of atmospheric precipitation entered the groundwater, resulting in exceptionally intense gypsum denudation, 2018 and 2019 were dry. The groundwater resources are depleted. The year 2020 was slightly waterier than 2018–2019, therefore the groundwater resources increased, which also led to an increase of the intensity of gypsum chemical denudation in 2020. In 2019, in the active karst zone (the Tatula River Basin), the intensity of denudation was the lowest since 2006 – it decreased to $85 \text{ m}^3/\text{km}^2$, and in 2020 it increased again to $121 \text{ m}^3/\text{km}^2$ (Fig. 6).



6 pav. Gipso cheminės denudacijos kaita Tatulos baseine, m^3/km^2 per metus.

Fig. 6. Changes of gypsum chemical denudation in Tatula river basin, m^3/km^2 per year.

o 2020 metais vėl padidėjo iki $121 \text{ m}^3/\text{km}^2$ (6 pav.).

Smardonės baseine 2004–2020 metais gipso cheminės denudacijos intensyvumas kito nuo $118 \text{ m}^3/\text{km}^2$ (2006 m.) iki $259 \text{ m}^3/\text{km}^2$ (2017 m.), vidurkis – $196 \text{ m}^3/\text{km}^2$. Panašiai kaip ir Tatulos baseine, sausais 2018 metais Smardonės baseine gipso denudacijos intensyvumas išliko gana didelis – $199 \text{ m}^3/\text{km}^2$, o 2019 metais jis krito iki $178 \text{ m}^3/\text{km}^2$. 2020 metais gipso denudacijos intensyvumas čia vėl viršijo 2004–2020 metų vidurkį.

Padidėjusi denudacija, o gal ir technogeniniai veiksniai, galėjo turėti įtakos dviem didelėms karstinėms įgriuvoms rastis urbanizuotose vieto-

In 2004–2020, in the Smardonė River basin, the intensity of chemical denudation of gypsum varied from $118 \text{ m}^3/\text{km}^2$ (2006) to $259 \text{ m}^3/\text{km}^2$ (2017), with an average of $196 \text{ m}^3/\text{km}^2$. Similar to the Tatula Basin, in dry 2018, in the Smardonė River Basin the intensity of gypsum denudation remained quite high - $199 \text{ m}^3/\text{km}^2$, and in 2019 it decreased to $178 \text{ m}^3/\text{km}^2$. In 2020, the intensity of gypsum denudation here again exceeded the average of 2004–2020.

One more new sinkhole of 8 m diameter was found in the beginning of February, 2021, near the wellfield of Saločiai town, 80 m West of the living house in the Liepų Street (Fig. 8).

vėse. Viena jų atsivėrė 2020 m. gruodžio 17 d. Naciūnų kaime 15 m nuo ūkinio pastato ir nu-
traukė vandentiekio vamzdį. Ji buvo 8 m gylio ir



7 pav. Naujas prieššventinis netikėtumas – smegduobė Pabiržės seniūnijos gyvenvietėje Naciūnuose. Pirmieji išmatavo ir duomenis pateikė Biržų RP darbuotojai, nuotraukos Š. Kubiliaus: 2020-12-18 ir 2020-12-21 (nuotr. dešinėje).

Because of the growing gypsum dissolution and formation of increasing number of under-
ground cavities, a more intensive manifestation



Fig. 7. New surprise before holidays – sinkhole in Naciūnai village (photos by Š. Kubilius, December 18 and 21, 2020).

5 m skersmens, o per tris dienas paplatėjo dar 3 m ir į smegduobę įsmuko šalia stovėjusi elek-
tros perdavimo linijos atrama (7 pav.). Pirmieji smegduobę išmatavo ir duomenis pateikė Biržų RP darbuotojai.

of karst phenomena could be expected in 2021. This also could be related with melting water from an especially thick snow cover of the winter in 2020–2021. ◆



8 pav. Smegduobė Saločiuose (ortofotožemėlapyje kairėje; dešinėje – sanauja karstinių reiškinių, žyminčių karstinės grėsmės problemą ties seniūnijos ir gimnazijos pastatais); Fotonuotrauka dešinėje Apolonijos Lindienės, 2021-02-04.



Fig. 8. Sinkhole near the wellfield of Saločiai town (on a orthophotographic map (left) and phenomena causing a risk near the buildings of eldership and gymnasium (photo by A. Lindienė, February 4, 2021).

Kita karstinė 8 m skersmens smegduobė buvo pastebėta jau 2021 m. vasario mėn. pradžioje, Pasvalio rajono Saločių miestelio vandenvietės apsaugos zonoje (8 pav.), 90 m į vakarus nuo gyvenamojo namo Liepų g.

Dėl didėjančio gipso ištirpimo intensyvumo ir susidarančių tuštumų požemyje 2021 metais

karstiniame regione (arba už jo ribų) žemės paviršiuje gali atsiverti daugiau smegduobių ir kitų karstinių reiškinių. Kai kurios iš jų gali rasti ir žmonėms pavojingose vietose. Priklausomai nuo įšalo tirpimo intensyvumo prie to gali prisidėti ir didelės 2020–2021 metų žiemą sukauptos vandens atsargos sniege. ◆

Naujausi Lietuvos geotopai, jų tyrimai. Geotopų posistemio pildymas

New Geotopes in
Lithuania and Geotopes
Database Support

A. Grigienė, V. Mikulėnas, Lietuvos geologijos tarnyba

Valstybinės geologijos informacinės sistemos GEOLIS posistemyje „Geotopai“ galima rasti informacijos apie 695 geologinius, geomorfologinius, hidrogeologinius ir hidrografinius gamtos paveldo objektus (2020-12-31 duomenimis).

2020 metais Valstybinės geologijos informacinės sistemos GEOLIS geotopų posistemio duomenų bazė papildyta 12 gamtos paveldo objektų: 6 geologiniais (Aukštajurio, Laukėnėlių (1 pav.) ir Želvos akmenimis (Ukmergės r. sav.), Jurbarko dvaro akmeniu (2 pav.) (Jurbarko m.), Mosėdžio akmeniu (3 pav.) (Skuodo r. sav.) ir Vido akmeniu (4 pav.) (Vilniaus m.)); 1 geomorfologiniu (Raganų katilu (Neringos m. sav.)); 5 hidrogeologiniais (Alantos dvaro versme (Molėtų r. sav.), Krapų versme (Ukmergės r. sav.), Rumšiškių šaltiniu (Kaišiadorių r. sav.) ir Skališkių „olos ašarų“ bei Skališkių šaltiniais (5, 6 pav.) (Vilniaus r. sav.), Šalkiškių šaltiniu (7 pav.) (Širvintų r. sav.).

During 2020, the Geotope Database was supplemented by 12 new geotopes from different Lithuanian districts.

The data of 5 geotopes was updated. Presently, the mentioned database contains data on 695 different valuable geological, geomorphological, hydrogeological and hydrographical objects. The specialists from the Lithuanian Geological Survey were performing investigations supplying the administrations of the protected areas with up-to-date attractive geological information about geological and geomorphological objects.

The Lithuanian Geological Survey, the Lithuanian Geologists' Union and the Vištytis Regional Park Administration organized the 10th Geological Heritage Day “Mountains, Stones and Waters“ in the Vištytis Regional Park.



1 pav. Laukėnėlių akmuo (nuotr. A. Grigienės, 2019). **Fig. 1.** Laukėnėliai stone (photo by A. Grigienė, 2019).



2 pav. Jurbarko dvaro akmuo (nuotr. V. Mikulėno, 2020). **Fig. 2.** The stone of Jurbarkas manor (photo by V. Mikulėnas, 2020).



3 pav. Mosėdžio akmuo (nuotr. V. Mikulėno, 2020). **Fig. 3.** Mosėdis boulder (photo by V. Mikulėnas, 2020).

Patikslinti duomenys apie Norvydų ir Skirtino akmenis, Salduvės kalną, taip pat papildyta apie Verpeto kalną. Patikslinta Liškiavos atodangos apsaugos statuso informacija.

Lietuvos geologijos tarnyba, Lietuvos geologų sąjunga ir Vištyčio regioninio parko administracija Vištyčio regioniniame parke surengė X Geologinio paveldo dieną „Kalnai, akmenys ir vandenys (Garbāi, vundāi er stabāi – „jotvingiška“ pavadinimo versija). Dalyviai aplankė Vištyčio regioninio parko lankytojų centro ekspoziciją, keliaudami po vaizdingas



4 pav. Vido akmuo (nuotr. V. Lokutijevskio, 2020). **Fig. 4.** Mosėdis boulder (photo by V. Lokutijevskis, 2020).



5 pav. Skališkių ola (nuotr. V. Mikulėno, 2008). **Fig. 5.** Skališkės cave (photo by V. Mikulėnas, 2008).



6 pav. Skališkių šaltinis (nuotr. V. Mikulėno, 2008). **Fig. 6.** Skališkiai source (photo by V. Mikulėnas, 2008).



7 pav. Šalkiškių šaltinis (nuotr. V. Mikulėno, 2020).

Fig. 7. Šalkiškių source (photo by V. Mikulėnas, 2020).

Vištyčio apylinkes, grožėjosi nuo kalvų, piliakalnių ir plokščiakalvių atsiveriančiais vaizdais, telkšančiais ežerėliais ir Vištyčio ežeru – lietuviškuoju Baikalu. Apžiūrėjo Didįjį Vištyčio ir Norvydų akmenis, eidami Šilelio pažintiniu taku aplankė Šventąjį šaltinėlių ir Šilelio sufozinių cirka. ◆



8 pav. Prie Didžiojo Vištyčio akmens (nuotr. I. Satkūnienės, 2020).

Fig. 8. At the Great Vištis boulder (photo by I. Satkūnienė, 2020).



9 pav. Paslaptingas Norvydų akmuo (nuotr. I. Satkūnienės, 2020).

Fig. 9. A enigmatic Norvydai stone (photo by I. Satkūnienė, 2020).

Lietuvos geologijos tarnybos elektroninės paslaugos

Electronic Services of the Lithuanian Geological Survey

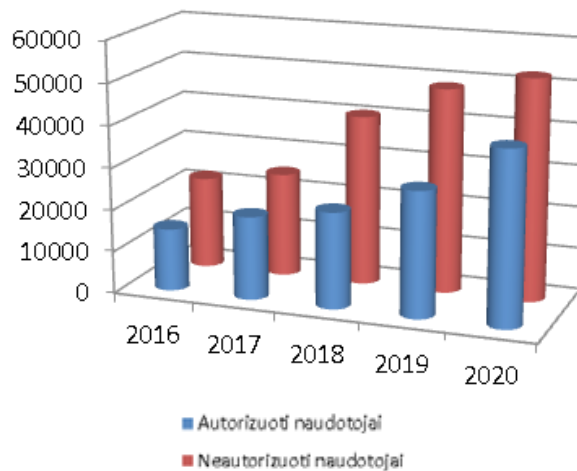
R. Aleknienė, Lietuvos geologijos tarnyba

Didėjantis geologinių duomenų teikimo ir naudojimo elektroninių paslaugų populiarumas ir naudotojų skaičius bei ... senstanti įranga. Taip šiandien trumpai galima apibūdinti Lietuvos geologijos tarnybos informacinių sistemų elektroninių paslaugų portalą ir teikiamas paslaugas. Per septynerius sistemos veikimo metus elektroninių paslaugų portalo naudotojų padaugėjo nuo 700 iki beveik 10 000; duomenų peržiūrų skaičius išaugo nuo 14 000 iki beveik 100 000; tarnybai teikiamų paraiškų skaičius per tą laiką padidėjo nuo 2 000 paraiškų iki 16 000. Tai yra per septynerius metus paslaugų naudojimas padidėjo apie 10 kartų, o paslaugų veikimą užtikrinanti techninė įranga „paseno“ 7 metais. Tai ne tik Lietuvos geologijos tarnybos informacinių sistemų problema. 2018 metams planuotas tarnybos informacinių sistemų migravimas į valstybinį duomenų centrą (arba kitaip į valstybės „debesį“) vis tolsta, kaip ir karantino pabaiga. Sistemos greitaveika, tiksliau – „lėtaveika“ netenkina nei išorės naudotojų, nei tarnybos darbuotojų. Deja, artimiausiu metu pokyčių nenumatoma.

2020 metais elektroninių paslaugų portalo duomenų peržiūros paslaugomis pasinaudota 93 806 kartus, t. y. tiek suformuota ataskaitų, domėtasi žemėlapiuose pateikiamais duomenimis. Kadangi dauguma duomenų teikiama neregistruotiems vartotojams, tokios paslaugos dar vis populiarsnės nei teikiamos registruotiems naudotojams.

Beveik visos žemės gelmių tyrimų ir gręžinių registravimo paraiškos ir dokumentai yra teikiami per elektroninių paslaugų portalą, išskyrus pavienius išskirtinius atvejus.

„Increasing demand for provision of geological data and popularity of usage of electronic services and the ... obsolescent equipment“ – this is how we can briefly describe the Electronic Services Portal of the Lithuanian Geological Survey. In seven years, the number of the users of the Electronic Services Portal has increased from 700 to about 10,000; the number of data reviews has increased from 14 000 to almost 100,000; the number of data review applications has increased from 2 000 to 16,000. In other words, the use of services in the seven years has increased ten-fold whereas the technical equipment, expected to satisfy service provision, has outdated by seven years. This is not only the problem of the Lithuanian Geological Survey. The migration of information systems into the state data centre (or into the “cloud”) of the Survey planned in 2018 recedes as also the end of the quarantine. The low-speed operation of the



1 pav. Duomenų peržiūros paslaugos. Fig. 1. Data review services.



1 lentelė. 10-ies populiariausių žemėlapių sąrašas ir jų naudojimas 2014–2020 metais.

Table 1. List of the 10 most popular maps and their reviews in 2014–2020.

Žemėlapių pavadinimas	2014 m.	2015 m.	2016 m.	2017 m.	2018 m.	2019 m.	2020 m.
Gręžinių žemėlapis	3 939	5 430	6 806	7 926	8 890	12 782	16 173
Požeminio vandens proveržio rizikos zonų žemėlapis	-	270	3 324	4 286	4 960	6 905	9 186
Kvartero geologinis žemėlapis M 1:200 000*					4 559	6 875	9 148
Geomorfologinis žemėlapis M 1:200 000*					3 400	5 548	7 251
Požeminio vandens vandenviečių žemėlapis	271	1 511	3 679	3 540	6 621	7 073	4 922
Hidrogeologinis žemėlapis	260	392	763	763	1 810	2 929	4 087
Žemės gelmių tyrimų žemėlapis	305	574	688	1 108	1 144	2 659	3 375
Naudingųjų iškasenų telkinių žemėlapis	313	717	844	872	2 376	2 947	1 255
Potencialių taršos židinių ir ekogeologinių tyrimų žemėlapis	536	1 118	1 226	1 246	1 287	1 207	1 084
Geotopų žemėlapis	300	1 100	2 195	1 906	1 787	2 005	1 060

* – 2018 m. elektroninių paslaugų portale publikuota atnaujinta žemėlapių versija.

Reikia pasidžiaugti 2020 metų naujove: žemės gelmių tyrimų ataskaitų teikimas tarnybai naudojant elektronines paslaugas. Nors pats paslaugos funkcionalumas nėra tobulas, paruoštas skubiai, atsižvelgiant į karantino nulemtas aplinkybes, 2020 metais pateiktos 1 064 elektroninės ataskaitos. Sutaupyta daug laiko ir popieriaus spausdinant ir pateikiant ataskaitas raštu bei Geologijos fondo lentynų erdvės. ♦

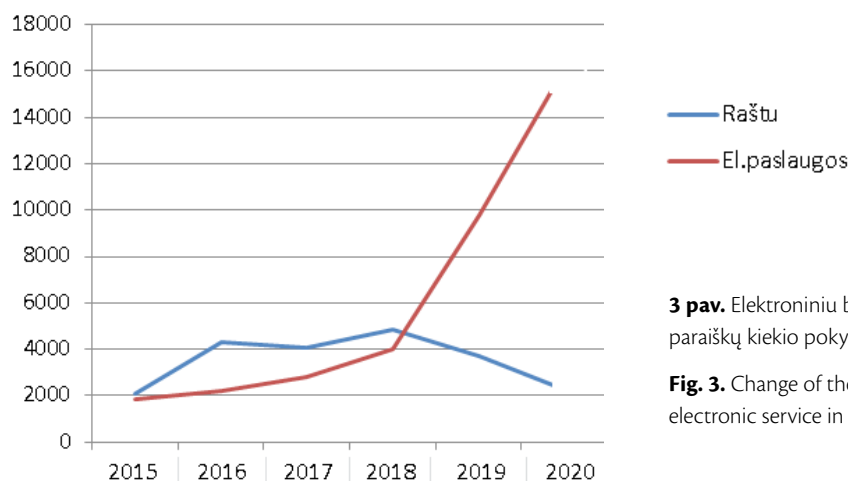
system does not satisfy either external users or the Survey personnel. Unfortunately no changes are expected in the nearest future.

In 2020, the data review services were used for 93,806 times: report formation, map data reviews, etc. The greater part of the data is provided to unregistered users what shows that service provision to unregistered users remains more popular among them than among the registered users.

2 lentelė. Populiariausios duomenų teikimo tarnybai elektroninės paslaugos.

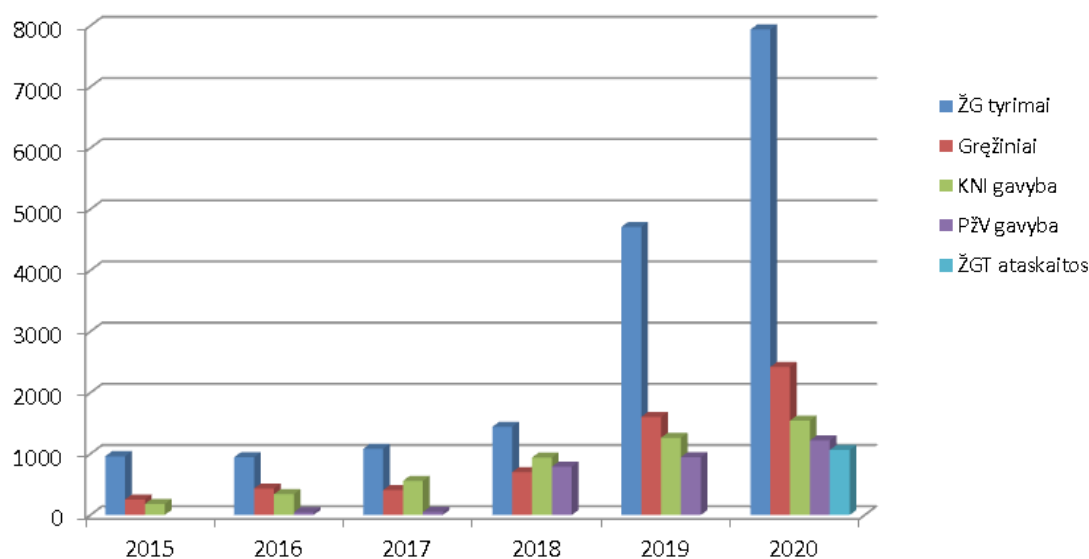
Table 2. The most popular electronic services for the data reporting service.

Paslaugos pavadinimas	2020 m. In 2020 year			Name of the service
	Pateikta paraiškų iš viso Total applications submitted in 2020	Iš jų el. paraiškų Of which online applications	Pateiktų el. paraiškų dalis nuo visų tos paslaugos paraiškų Fraction of all online applications for that service	
Žemės gelmių tyrimų registravimas	7 985	7 938	99 %	Registration of Underground research
Gręžinių registravimas	2 431	7 938	99 %	Borehole registration
Kietųjų naudingųjų iškasenų gavybos duomenų teikimas	2 089	1 545	81 %	Provision of data on mining of mineral resources
Požeminio vandens gavybos duomenų teikimas	1 613	947	59 %	Provision of data on Groundwater resources



3 pav. Elektroniniu būdu teikiamų duomenų registravimo paraiškų kiekio pokytis pastaraisiais metais.

Fig. 3. Change of the number of registrations submitted to electronic service in the last year.



4 pav. Duomenų registravimo paraiškų kiekio pokytis pastaraisiais metais.

Fig. 4. The dynamics of the the number of data registration applications in recent years.

Borehole passports remain the most popular data viewing presentations: in 2020, 16 173 borehole passports were reviewed (in 2019, 10,592 items). The “Borehole Map” was reviewed for 15,344 times. One of the most popular maps “Map of groundwater breakthrough risk zones” was reviewed for over 9,000 times.

The Corona pandemic and quarantine affected the popularity of the electronic services. Companies have become much more active in providing data to the Lithuanian Geological Survey using electronic services. In 2019, 12,306 electronic applications (or 72% of all applications) were submitted to the Office whereas in 2020 the number increased to 14,662, representing almost 87.5% of the data provided to the Survey electronically.

Almost all applications for registration of subsoil investigations and related documentation are submitted through the electronic services portal, except in individual exceptional cases.

The innovation of 2020 is to be welcomed: reporting on subsoil research to the Survey through electronic services. Although the functionality of the service itself is not perfect and prepared urgently, taking into account the circumstances dictated by quarantine, 1,064 “electronic” reports were submitted in 2020. A lot of time has been saved both in paper printing and written reporting, as well as in the shelf space of the Geology Fund. ♦



Geologijos fondas ir Publikuotų leidinių informacinis fondas

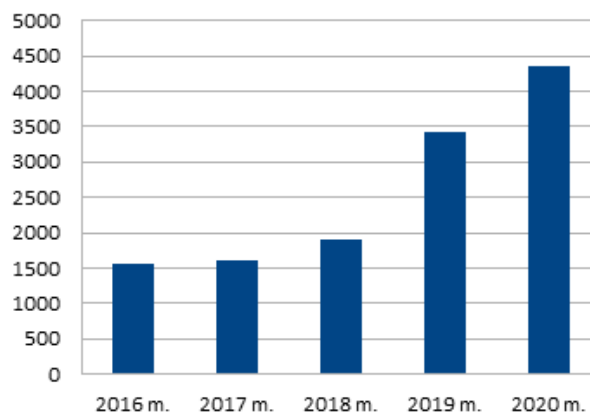
The Geological Fund and information Stock of Published Documents

I. Vilkanec, J. A. Šenderovienė, Lietuvos geologijos tarnyba

Žemės gelmių geologinių tyrimų dokumentai

Nuo 1945 metų Geologijos fonde kaupiama Lietuvos teritorijoje ir dalies su ja besiribojančiose užsienio teritorijose žemės gelmių geologinių tyrimų metu gauta informacija – geologinių tyrimų dokumentai ir jų dalys (žemėlapiai, geologiniai ir techniniai pjūviai, schemas), gręžinių pasai, geofizinių tyrimų diagramos, žemėnaudos planai ir kt. dokumentai. Šią informaciją Lietuvos geologijos tarnybai nuolat teikia visos geologinius tyrimus atliekančios įmonės.

Metai	Kiekis, vnt.
2016	1555
2017	1610
2018	1911
2019	3432
2020	4353



Geologijos fonde įregistruotų dokumentų skaičius šiais metais, palyginus palyginti su 2019 metų statistika, padidėjo 1,3 karto, o palyginus palyginti su 2018 metais – daugiau negu dvigubai. 2020 metais. Geologijos fondas papildytas:

- ♦ 4353 geologinių tyrimų dokumentais,
- ♦ 241 gręžinių pasų knyga.

Geologijos fonde saugomų dokumentų aprašai suvedami į Valstybinės geologijos informacinės sistemos posistemį „Bibliofondas“. Iki 2020 m. gruodžio 31 d. sukaup-

Documents for geological exploration of the Underground

The formation of the Geological Fund began in 1945. It gives access to collected and stored geological material from Lithuania and part of neighbouring areas. The stored material includes reports on geological researches and parts of geological research documents,

borehole passports, geological maps, geological and technical sections, geophysical research diagrams, schemes, land use plans.

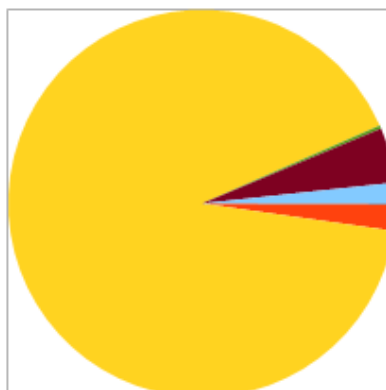
In 2020, the Fund was replenished with:

- ♦ 4 353 reports on geological researches,
- ♦ 241 books of borehole passports.

ti 107 155 įrašai, saugomi UNIMARC formatu. Nuo 1999 metų kaupiami skaitmeniniai geologinių tyrimų dokumentų įrašai kompaktiniuose diskuose. 2020 metais į duomenų bazę perkelta 4 339 geologinių ataskaitų skaitmeninė informacija.

On December 31, 2020, the stock of the sub-system „Bibliofondas“ database in UNIMARC format amounted to 107 155 records.

2020 m. Geologijos fonde įregistruotų geologinio turinio dokumentų kiekis pagal rubrikas	
Rubrika	Kiekis, vnt.
Bendroji geologija	3
Naudingosios iškasenos	96
Inžinerinė geologija	3 972
Geofizika	12
Aplinka. Aplinkos apsauga	200
Hidrogeologija	75



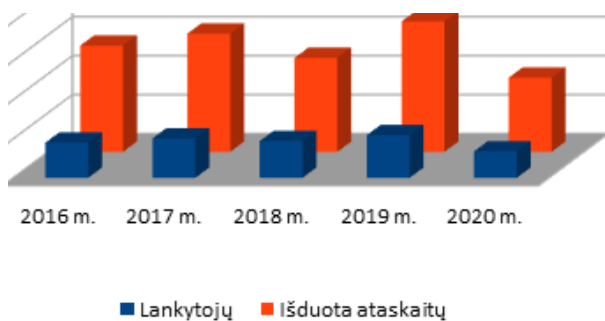
- Bendroji geologija
- Naudingosios iškasenos
- Inžinerinė geologija
- Geofizika
- Aplinka. Aplinkos apsauga
- Hidrogeologija

Fonde sukaupta informacija teikiama vadovaujantis 2007 metais patvirtinta Lietuvos geologijos tarnyboje saugomos geologinės informacijos naudojimo tvarka.

The information accumulated in the Geological Fund is available to specialists of Lithuanian geological and other institutions, students and foreign users from the EU countries in the frame of the Lithuanian Law.

Informacijos valdymo skyrius, bendradarbiaudamas su kitais skyriais, pagal 97 prašymus teikė skaitmeninę informaciją, saugomą Geologijos fonde ir Lietuvos geologijos tarnybos informacinėse sistemose (geologinių ataskaitų ir žemėlapių kopijas, duomenis apie naudingųjų iškasenų telkinius, potencialius geologinės aplinkos taršos židinius, požeminio vandens gręžinius, vandenvietes ir jų apsaugos zonas, geotopus).

In 2020, 1 902 reports were given to 674 visitors. The specialists of the LGT and other enterprises often use the topographic maps stored at the Fund (77 maps were taken).



Geologijos fondo lankomumas 2016–2020 m.		
Metai	Lankytojų skaičius	Išduota ataskaitų
2016	901	2722
2017	1010	3029
2018	940	2406
2019	1094	3342
2020	674	1902

Dėl šalyje paskelbto karantino ilgą laiką Geologijos fondas lankytojų nepriėmė. Per metus 674 lankytojams išduota: 1 902 geologinių tyrimų ataskaitos, 77 lapai įvairaus mastelio topografinių žemėlapių. Pagal įvairių įmonių, mokslo institucijų ir fizinių asmenų užsakymus nukopijuota 850 lapų ir nuskenuota 818 lapų teksto bei grafinių priedų.

1 045 papers were sent to different institutions about engineering geological research reports registered at the Geological Fund.



Publikuoti leidiniai

Published documents

Nuo Lietuvos geologijos tarnybos įsteigimo 1940 metais yra kaupiamas Publikuotų leidinių informacinis fondas. Jį sudaro knygos (monografijos, vadovėliai, enciklopedijos, žodynai, žinytai ir kt.), konferencijų ir simpoziumų medžiaga, periodiniai ir tęstiniai leidiniai, žemėlapiai, kompaktiniai diskai, vaizdo filmai, normatyviniai ir kiti dokumentai geologine tematika.

Lietuvos geologijos tarnybos Publikuotų leidinių informacinio fondo komplektavimo šaltiniai: Lietuvos leidėjai, įvairios organizacijos ir žurnalų redakcijos. Užsienio leidiniai gaunami mainais iš 15 šalių.

Šiuo metu informaciniame fonde įregistruoti 5 269 egzemplioriai leidinių. 2020 metais Publikuotų leidinių informacinis fondas papildytas:

- ♦ 2 knygomis,
- ♦ 91 egz. periodinių ir tęsinių leidinių.
- ♦ Pagal specialistų prašymus išduoti 74 leidiniai, teikiama aktuali geologinė informacija ir naujai gautų leidinių sąrašai.

2020 metais atrinkti, susisteminti, sudalykinti ir įvesti į Valstybinės geologijos informacinės sistemos posistemį „Bibliofondas“ 153 bibliografiniai aprašai. Duomenys Lietuvos geologijos bibliografijai renkami iš LGT gaunamų leidinių, taip pat iš Lietuvos akademinės elektroninės bibliotekos (eLABa) bei Gamtos tyrimo centro mokslo publikacijų duomenų bazių. Iki 2020 m. gruodžio 31 d. bibliofonde sukaupta 19 319 įrašų, saugomų UNIMARC formatu.

Publikuotų leidinių informaciniu fondu gali naudotis visi Lietuvos ir užsienio piliečiai. Leidiniai lankytojams iš kitų organizacijų išduodami pateikus asmens dokumentą. ♦

The Lithuanian Geological Survey provides scientific geological information to specialists and disseminates the relevant geological information to the public. For this purpose, it compiles a specialized information stock of published documents according to the main subjects of geological investigations and supplies the geological information to the general public, State institutions, and Lithuanian and foreign organizations of geological sciences. The information stock of published documents is based on the stock of published documents, which was established in 1940 and continued to its completion in 2020.

153 bibliographical records for an electronic catalogue and for bibliography of Lithuanian geology supplemented the sub-system “Bibliofondas” database in UNIMARC format. On December 31, 2020, the stock included 19 319 records. ♦



Visuomenės informavimas

Public Information

I. Satkūniė, Lietuvos geologijos tarnyba

2020 metais parengta ir išplatinta 18 Lietuvos geologijos tarnybos aktualių pranešimų spaudai apie svarbius geologinius įvykius ir nuveiktus darbus. Veikla viešinta per žiniasklaidos priemones: „Lietuvos ryto TV“, LRT, Lietuvos radijuje ir televizijoje, „Delfi“ portale ir kt. Lietuvos geologijos tarnyba išleido du leidinius. Kartu su Akmenės rajono savivaldybe LGT paroda „Akmenės krašto geoparko kontūrai“ išvežta į Lenkijos Respubliką, eksponuojama Konino miesto bibliotekoje.

Ventos regioniniame parke atnaujinti informaciniai stendai „Jurakalnis“ ir „Purvių atodanga“, Anykščių regioniniame parke atnaujintas stendas „Daumantų atodanga“, Utenos informaciniam centrui – stendas „Pagelžkelės versmelė“, su Klaipėdos rajono savivaldybe suderintas ir sumaketuotas informacinis stendas „Gargždų (Kalniškės) piliakalnis – Minijos paslėnio erozinis kyšulys“.



In 2020, there were released 18 important publications and announcements. The activities of the experts from the Lithuanian Geological Survey were publicized through the media: Lietuvos Rytas TV, LRT, Lithuanian Radio and Television, Delfi portal, etc. The Lithuanian Geological Survey issued two publications.

Together with the Akmenė District Municipality, the LGT exhibition “Outlines of the Akmenė Geopark” was taken to the Republic of Poland and exhibited in the Konin City Library. Information posters “Jurakalnis” and “Purviai outcrop” were renewed in the Venta Regional Park, the poster “Daumantai outcrop” was renewed in the Anykščiai RP, new posters “Pagelžkelė source” for the Utena Information Center and an information poster about Gargždai erosional remnant were created.

The specialists from the Geological Survey regularly consult individuals on the identification of boulders and rocks. Since 2010, the LGT has been publishing monthly e-newspaper “Geonaujienos” which has over 700 subscribers (12 issues in 2020). The website of the Lithuanian Geological Survey is being constantly updated and improved for the convenience of users and the dissemination of information. A lecture and practical classes for young geologists were organized. In 2020, due to the pandemic, there were no green lessons in schools.

In 2020, the Lithuanian Geological Survey took part in 5 international events (remotely) and organized or assisted in 9 events. The repre-



Geologijos tarnybos specialistai nuolatos konsultuoja asmenis riedulių ir uolienuų atpažinimo ir identifikavimo klausimais. Nuo 2010 metų kiekvieną mėnesį leidžiamas elektroninis naujienų laikraštis „Geonaujienos“, turintis daugiau nei 700 adresatų. (2020 metais išleista 12 numerių.) Lietuvos geologijos tarnybos tinklalapis nuolat pildomas, atnaujinamas ir tobulinamas vartotojų patogumui ir informacijos sklaidai.

Teikiamos paslaugos jaunimui, organizuota paskaita ir pratybos jaunesiems geologams. Dalyvauta projekte „Moksleiviai į Vyriausybę“ – LGT žemės gelmių informacijos centre (nuotoliniu būdu). 2020 metais dėl pandemijos žaliosios pamokos mokyklose nevyko.

2020 metais Lietuvos geologijos tarnyba dalyvavo 5 tarptautiniuose renginiuose (nuotoliniu būdu), 9 renginius organizavo ar padėjo rengti. Tarnybos atstovai dirbo 15 tarptautinių organizacijų ir 19 tarpžinybinių komisijų ir darbo grupių. ◆

representatives of the LGT worked were members of 15 international organizations and 19 interdepartmental commissions and working groups. ◆



Praktinis seminaras Lietuvos geologijos tarnyboje „Georadaro ir elektrinės tomografijos taikymo patirtis ir galimybės aplinko tvarkyboje“ 2020 m. rugsėjo 17 d. (V. Leščinsko nuotr.)

Practical seminar at the Lithuanian Geological Survey “Experience and Possibilities of Georadar and Electrical Tomography Application in Environmental Management” in September 17, 2020 (photo by V. Leščinskas).



Žemės gelmių informacijos centras

Underground Information Centre

V. Purnas, Lietuvos geologijos tarnyba

Toliau vykdomas projektas „Žemės gelmių informacijos centro rekonstrukcija“, įtrauktas į 2014–2020 metų ES fondų investicijų veiksmų programos 5 prioriteto „Aplinkosauga, gamtos išteklių darnus naudojimas ir prisitaikymas prie klimato kaitos“ 05.4.1-APVA-V-017 priemonę „Visuomenės informavimas apie aplinką ir aplinkosauginių rekreacinių objektų tvarkymas“ valstybės projektų sąrašą Nr. 1.

Vykdamas projektą Nr. 05.4.1-APVA-V-017-01-0005 „Lietuvos geologijos tarnybos Žemės gelmių informacijos centro rekonstrukcija“ į centro rekonstrukciją investuojama per 2 mln. eurų. Didžioji lėšų dalis – daugiau nei 1,7 mln. eurų – skiriama pagal 2014–2020 metų Europos Sąjungos fondų investicijų veiksmų programą iš Europos regioninės plėtros fondo, o dar kiek daugiau nei 300 tūkst. eurų projektui skirta iš valstybės biudžeto.



Pradėta kurti Lietuvos žemės gelmių sandaros, naudingųjų iškasenų ir kitas ekspozicijas,

The implementation of the project “Reconstruction of the Underground Information Centre (ŽGIC)” included in the list of State projects No. 1 of the measure 05.4.1-APVA-V-017 “Environmental Information to the Public and the management of environmental recreational facilities” of Priority axis 5 “Environment, Sustainable Use of Natural Resources and Adaptation to Climate Change” of the EU Funds Investment Action Program for 2014–2020, was continued.

The establishment of the expositions on the structure of the subsoil of Lithuania, minerals and other topics was undertaken, further transfer of the collections from the temporary storage place to the renovated storage room of the collections started. It is planned that after the reconstruction, the number of visitors will increase here.

More than 1.000 pcs. exhibits were revised and 1797 meters of drill core, which was in a bad condition, were arranged for permanent storage.

The data about wells processed during the year 2019 and the data of researches were specified in the collection’s catalogues.



Nauji kerno pavyzdžiai
(V. Purno nuotr.)

New drill cores
(photo by V. Purnas).



rinkiniai toliau perkeliama iš laikino saugojimo vietos į atnaujintą rinkinių saugojimo kambarį. Planuojama, kad po rekonstrukcijos čia padaugės lankytojų.

Vykstant renovacijai, vykdyti kiti darbai; sutvarkyta daugiau kaip 1 000 vnt. eksponatų, taip pat nuolat saugoti saugykloje sutvarkyta 1797 m prastos būklės kerno, sutvarkytas kernas nufotografuotas. Patikslinti per 2019 metus tvarkytų gręžinių kerno ir tyrinių duomenys rinkinių kataloguose.

Po atliktų naujų geologinių tyrimų įmonės pristatė kerną iš 24 gręžinių – iš viso 280 m.

Per metus buvo pateikta naudoti 2 268 m kerno, kurį tyrė Vilniaus universiteto Gamtos tyrimų centro tyrėjai.

Kol dar nėra įrengtų ekspozicijų, lankytojai buvo priimami tik ekskursijoms po riedulių ekspoziciją. Žemės gelmių informacijos centre surengti 53 edukaciniai užsiėmimai moksleiviams, studentams ir pavieniams lankytojams.

Teiktos konsultacijos geologinės informacijos klausimais žurnalistams, pedagogams, taip pat uolienų atpažinimo paslaugos, dėl jų interesantai kreipėsi aštuonis kartus, teikta tarnybinė pagalba Salantų regioninio parko direkcijai dėl Igarų riedulyno.

Per metus buvo tvarkomi lauko ekspozicijos želdiniai ir veja, ŽGIC darbuotojai padėjo sutvarkyti ir Paburgės seisminės stoties (Žemaitijos nacionaliniame parke) teritoriją.

Dalyvauta tarptautiniame seminare „Skaitmeninės kultūros iššūkiai paveldo komunikacijai: pranešimai, medijos, auditorijos“ ir internetiniame seminare apie virtualių edukacinių programų rengimą COVID-19 pandemijos metu.

Vieio kultūros centrui vykdant projektą „Pabūk su savimi“ kartu su Lietuvos karjerų asociacija, metų pabaigoje šalia kernotekos sienos atsirado Daumanto Kučo sukurta skulptūra „Paklausyk akmens“. ◆



New drill cores from 23 wells (850 m) was accepted from research enterprises into the storage.

Customers who wished to use the cores or collections were supplied with 2 268 m of the cores that were investigated by researchers at the Vilnius University and Nature Research Centre.

Schoolchildren, undergraduate students, and individual visitors were trained at 67 ŽGIC education events.

Advice on geological information for journalists and educators, as well as rock identification services were offered to interested parties eight times. Also, an official assistance was provided to the Salantai Regional Park Administration about the Igarai Boulder Field.

During the year, the lawns of the field exposition were mowed, and the employees of the Centre helped to organize the attendance of territory of the Paburgė seismic station and Žemaitija National Park.

The international seminar on exhibition creation as well the webinar “Collaborating on Virtual Educational Programs During Coronavirus” was attended.

At the end of the year, a sculpture “Listen to the Stone”, created by Daumantas Kučas, appeared near the wall of the drill core storage within the project “Stay with Yourself” of the Vievis Culture Centre in cooperation with the Lithuanian Quarry Association. ◆



D. Kučo sukurta skulptūra „Paklausyk akmens“. (V. Purono nuotr.)

D. Kučas sculpture “Listen to the stone” (photo by V. Puronas).

Laboratorija Laboratory

V. Ražinskas, Lietuvos geologijos tarnyba

Lietuvos geologijos tarnybos prie Aplinkos ministerijos Laboratorija 2020 metais toliau vykdė pagrindines jai keliamas užduotis ir siekė strateginių tikslų – visiškai patenkinti užsakovų laboratorinių tyrimų poreikius bei atlikti bandymus.

Pagrindiniai iš jų – uolienuų ir gruntų bandinių litologinių savybių, fizikinių rodiklių ir geotechninių savybių tyrimai, skirti geologiniam kartografavimui, naudingųjų iškasenų telkiniams bei statybų aikštelėms įvertinti. Taip pat Laboratorijoje buvo atliekami uolienuų, grunto bandinių ir požeminio vandens mėginių cheminės sudėties tyrimai. Tai nėra mokslinės pakraipos tyrimai. Jie buvo naudojami projektuotojų ir gamtosaugininkų praktinėje veikloje, sprendžiant geologinio kartografavimo, statybų, kelių tiesimo, gamtinės aplinkos taršos įvertinimo klausimus. Jų poreikis, didėjant gamtosauginiams reikalavimams bei plečiantis civilinei ir pramoninei statybai, nuolat didėja ir didės ateityje, tai rodo ir nuolat didėjanti LGT Laboratorijos darbų apimtis. Lietuvos geologijos tarnybos Laboratorija yra viena iš nedaugelio gamybinių laboratorijų, galinti atlikti kokybiškus uolienuų, gruntų ir požeminio vandens tyrimus, skirtus ūkio objektams projektuoti. Laboratorija įsikūrusi specialiai tyrimams pritaikytose patalpose, turi visą reikalingą darbui įrangą ir matavimo priemones, jos nustatytais terminais yra metrologiškai tikrinamos ir kalibruojamos, Laboratorijoje dirba geologijos ir chemijos mokslų išsilavinimą turintys specialistai. Visi tyrimai Lietuvos geologijos tarnybos laboratorijoje atliekami vadovaujantis pagal tarptautinius standartus ISO parengtomis tyrimų metodikomis, gruntų pavadinimai nustatomi vadovaujantis naujausiu tarptautiniu standartu „EN ISO 14688-2:2017. Gruntų identifikavimas ir klasifikavimas“.

In 2020, the Laboratory of the Lithuanian Geological Survey (LGT) continued performing the main tasks and pursuing strategic goal to fully satisfy the demands of laboratory analysis made by customers.

The Laboratory of the Survey performed main laboratory tests for estimation of mineral deposit as well as rock and soil physical mechanical and engineering geological indicators of the future construction sites. Rock, soil, and groundwater tests were performed. All tests were performed according to the ISO international standards and soil names are determined by the latest international standard „EN ISO 14688-2: 2017, Soil identification and classification “. Groundwater tests were carried out according to licence No. 980037 issued by the Environmental Protection Agency.

In 2019, the Laboratory purchased and in 2020 mastered Ion chromatography system and X-Ray Fluorescence (XRF) spectrometer. Both of these devices changed methods, which were previously used for water and soil analysis.

Therefore, the Laboratory of LGT has full capabilities to provide a full complex of geological profile tests, which are similar in quality to accred-



Požeminio vandens cheminės sudėties tyrimai atliekami vadovaujantis Aplinkos apsaugos agentūros išduotu leidimu Nr. 980037 atlikti taršos šaltinių išmetamų į aplinką teršalų ir teršalų aplinkos elementuose matavimus ir tyrimus.

LGT Laboratorija turi visas galimybes teikti laboratorinių tyrimų paslaugas, savo kokybe artimas akredituotų laboratorijų reikalavimams. Artimiausioje perspektyvoje Lietuvos geologijos tarnyba planuoja pradėti Laboratorijos akreditavimo procedūras.

Laboratorija, kaip ir ankstesniais metais, aktyviai dalyvauja LGT vykdomose valstybinėse monitoringo ir kitose programose, atlieka uolienuų, gruntų ir požeminio vandens laboratorinius tyrimus. Šie tyrimai yra aktualūs ir kitiems ūkio subjektams, vykdančioms geologinio žvalgymo darbus, todėl LGT Laboratorija pagal sutartis atlieka tyrimus ir kitiems užsakovams. Be minėtų tyrimų, Laboratorijoje atliekami agresyviojo anglies dioksido poveikio cementui tyrimai, tai yra labai aktualu ir svarbu įgyvendinant įvairius statybos projektus.

LGT Laboratorija 2019 metais įsigijo, o 2020 metais įgudo naudoti jonų chromatografą ir rentgeno spindulių fluorescencijos spektrometrą, kurie iš esmės pakeitė tiek gruntų, tiek ir požeminio vandens bendrosios cheminės sudėties tyrimų metodikas.

2020 metais Laboratorijoje buvo ištirti 5 209 uolienuų, grunto ir vandens mėginiai: iš to skaičiaus 4 946 – uolienuų ir gruntų bandiniai, 263 – vandens mėginiai.

Laboratorijoje atlikti grunto bandinių litologinių savybių tyrimai buvo panaudoti Inžinerinės geologijos skyriaus vykdomiems projektams „Kvartero stovymės erdvinis geologinis kartografavimas 1:50 000 masteliu Betygalos, Prienų ir Stakliškių bei Širvintų plotuose.

Laboratorija aktyviai dalyvavo Hidrogeologijos skyriaus vykdomose valstybinio požeminio vandens monitoringo 2020 metais bei arseno kilmės požeminiame vandenyje paplitimo ir tyrimo programose.

Sėkmingai dalyvauta tarptautiniuose lyginamuosiuose tyrimuose su Wageningeno universiteto (Nyderlandai) akredituota laboratorija, turinčia teisę organizuoti tarp-laboratorinius spektrinius tyrimus bei ruošti bandinius tarp-laboratoriniams tyrimams rentgeno spindulių spektrometrais.

ited laboratory requirements. In the nearest future, the Laboratory is planning to start the accreditation procedures.

In 2020, the Laboratory of the LGT actively participated in the following programs: “Lithuania’s groundwater monitoring”, “Prevalence of Arsenic exposure in the groundwater”, “Geospatial Geological Mapping in quarter at stage at a scale 1: 50 000” in Betygala, Prienai, Stakliškės and Širvintai areas. Also, there was successful cooperation with accredited Laboratory of Wageningen (Netherlands), which has ability to organize interlaboratory spectrometry tests.

In 2020, the Lithuanian Geological Survey Laboratory investigated 5209 rock, soil and water samples – 4946 rock and soil samples and 263 water samples.

Due to Covid-19, this year was one of the most difficult to the Laboratory of the LGT. Laboratory specialists were not able to work from home and had to conform to new requirements made in the work place. Also, most of the staff has changed and needed time to familiarize with the methodology and environment. That is why, the performance and quality of tests partly suffered.

The main and the most strategic goal of the Laboratory is an accreditation, which is why it is very important to keep the current specialists, raise their qualifications and if there is a need, expand the current profile of performed tests.

The Laboratory of the LGT is carrying out the following tests:

- ◆ Determination of particle size distribution (sieving, pipette and laser diffraction) method

2020 metais buvo parengti aprašai ES lėšomis finansuojamiems investiciniams projektams, skirtiems Lietuvos geologijos tarnybos Laboratorijos akreditacijai bei papildomai laboratorinei įrangai įsigyti metalams, iš jų ir sunkiesiems, bei arsenui vandenyje nustatyti.

Nors pasiekta gerų ekonominių rezultatų, 2020 metai buvo vieni iš sudėtingiausių. Dėl kilusios pasaulinės COVID-19 pandemijos Laboratorija negalėjo dirbti nuotoliniu būdu, todėl darbus reikėjo organizuoti taip, kad tyrimų atlikėjai darbo vietose kuo mažiau tarpusavyje kontaktuotų. Iššūkiu tapo ir tai, kad 2020 metais pasikeitė dauguma Laboratorijos darbuotojų. Naujus priimtus darbuotojus teko mokyti laboratorinių tyrimų metodikų, dėl to nukentėjo atliekamų laboratorinių tyrimų sparta ir iš dalies kokybė, o tyrimų kokybei LGT Laboratorija visda skyrė daugiausia dėmesio.

LGT Laboratorija šiuo metu yra pakankamai gerai apsirūpinusi šiuolaikine laboratorine įranga, matavimo priemonėmis, darbo patalpomis bei metodine ir normatyvine medžiaga. Žvelgiant į perspektyvą, tyrimų spektrą Laboratorijoje būtų galima toliau plėsti atsižvelgiant į keliamus uždavinius ir poreikį, tačiau šiuo metu pagrindinis ir strateginis jos tikslas yra akreditacija. Todėl ypač svarbu išsaugoti turimus specialistus, nuolat tobulinti jų kvalifikaciją, nes tai yra svarbiausioji sėkmingo Laboratorijos darbo sąlyga ir pagrindinė prielaida pradėti akreditacijos procedūras.

2020 metais LGT Laboratorijoje buvo atliekami šie uolienuų, gruntų ir požeminio vandens laboratoriniai tyrimai ir bandymai:

- ◆ Gruntų granulimetrinė analizė sietų ir kombinuotu (sietų ir lazeriniu) metodais – LST CEN ISO/TS 17892-4:2017.
- ◆ Vandens kiekio (gamtinio drėgnio) nustatymas – LST EN ISO 17892-1:2015.
- ◆ Molinių gruntų plastingumo rodiklių (Aterbergo) ribų nustatymas – LST CEN ISO/TS 17892 12:2018.
- ◆ Grunto kietųjų dalelių tankio nustatymas piknometru – LST EN ISO 17892-3:2016.
- ◆ Grunto kompresinio (oedometrinio) spūdumo bandymai – LST CEN ISO/TS 17892-5:2017.



1 pav. Jonu chromatografas (V. Ražinsko nuotr.).

Fig. 1. Ion chromatography system (photo by V. Ražinskas).

LSTCEN ISO/TS 17892 – 4:2017;

- ◆ Determination of water content – LST CEN ISO/TS 17892 – 1:2015;
- ◆ Determination of Atterberg limits – LST CEN ISO/TS 17892 – 12:2018;
- ◆ Determination of particle density (Pycnometer method) – LST CEN ISO/TS 17892 – 3:2016;
- ◆ Odometer test – LST CEN ISO / TS 17892 – 5:2017;
- ◆ Direct shear tests (ISO/TS 17892 – 10:2018)
- ◆ Determination of density of ingrained soil – LST CEN ISO/TS 17892 – 2:2014;
- ◆ Determination of organic matter content and ash – LST EN 13039:2012;
- ◆ Determination of filtration coefficient in sandy soils;
- ◆ Rocks and soils chemical composition analysis;
- ◆ Groundwater chemical composition analysis. ◆



2 pav. Svarstyklių istorija (V. Ražinsko nuotr.) | Fig. 2. The history of Libra (photo by V. Ražinskas).

- ◆ Uolienuų ir kietųjų gruntų gniuždomojo (tempiamojo) atsparumo bandymai.
- ◆ Grunto kerpamojo stiprumo bandymai tiesioginio kirpimo metodu – LST CEN ISO/TS 17892-10:2018).
- ◆ Uolienuų ir gruntų tūrinio tankio nustatymas – LST CEN ISO/TS 17892-2:2014.
- ◆ Organinių medžiagų ir pelenų kiekio nustatymas – LST EN 13039:2012.
- ◆ Smėlingų gruntų filtracijos koeficiento sutankintos būsenos nustatymas laboratoriniu būdu.
- ◆ Uolienuų ir gruntų cheminės sudėties tyrimai.
- ◆ Požeminio vandens cheminės sudėties tyrimai. ◆



Komitetai, komisijos, tarybos, tarpžinybinės darbo grupės | *Committees, commissions, councils, joint working groups*

Pavadinimas	LGT atstovai <i>Representatives of LGT</i>	Title
Lietuvos nacionalinis geologų komitetas, atstovaujantis Lietuvai Tarptautinėje geologijos mokslų sąjungoje	J. Lazauskienė J. Čyžienė J. Satkūnas	The Lithuanian National Committee of Geologists, Representing Lithuania in the International Union of Geological Sciences (IUGS)
Lietuvos Respublikos Vyriausybės komisija Lietuvos Respublikos valstybės sienai delimituoti ir demarkuoti, Lietuvos Respublikos išskirtinei ekonominei zoniui Baltijos jūroje nustatyti ir Lietuvos Respublikos valstybės sienos priežiūros klausimams spręsti	J. Čyžienė	Commission of the Republic of Lithuania for Delimitation and Demarcation of State Borders and for Setting Economic Zone in the Baltic Sea
Antano Giedraičio fondo valdyba	J. Satkūnas	Board of Antanas Giedraitis Foundation
Panaudoto branduolinio kuro ir radioaktyviųjų atliekų tvarkymo stebėsenos darbo grupė	R. Kanopienė J. Čyžienė	Spent Nuclear Fuel and Radioactive Waste Management Monitoring Working Group
Europos geologijos tarnybų asociacijos Lietuvos nacionalinis delegatas	J. Čyžienė	Lithuanian National delegate of EuroGeoSurveys
Europos geologijos tarnybų asociacijos Požeminio vandens darbo grupė	J. Arustienė R. Radienė	EuroGeoSurveys Expert Group: Water Resources
Europos geologijos tarnybų asociacijos Jūrų geologijos darbo grupė	A. Damušytė	EuroGeoSurveys Expert Group: Marine Geology
Europos geologijos tarnybų asociacijos Geoenergijos darbo grupė	J. Lazauskienė	EuroGeoSurveys Expert Group: GeoEnergy
Europos geologijos tarnybų asociacijos Žemės paviršiaus stebėjimų ir geopavojų darbo grupė	V. Mikulėnas V. Minkevičius J. Čyžienė	EuroGeoSurveys Expert Group: Earth Observation – GeoHazards
Europos geologijos tarnybų asociacijos Geochemijos darbo grupė	V. Gregorauskienė	EuroGeoSurveys Expert Group: Geochemistry
Europos geologijos tarnybų asociacijos INSPIRE Erdvinės informacijos darbo grupė	J. Čyžienė V. Mikulėnas A. Dumšienė J. Lazauskienė V. Gregorauskienė	EuroGeoSurveys Expert Group: Spatial Information – INSPIRE
Lietuvos ir Lenkijos tarpvalstybinių vandenų komisijos darbo grupė	J. Arustienė	Lithuania and Poland on Transboundary Waters Commission Working Group
Tarptautinės sąjungos kvartero periodui tirti Apledėjimų subkomisijos Peribaltijos darbo grupė	R. Guobytė A. Damušytė D. Karmazienė A. Jusienė A. Grigienė	The Peribaltic Working Group of the Sub-Commission on Glaciation of the International Union for Quaternary Research
Tarptautinės sąjungos kvartero periodui tirti Krantinių procesų ir jūros lygio kitimų subkomisijos Šiaurės–Vakarų Europos darbo grupė	A. Damušytė A. Grigienė	The North-Western Europe Working Group of the Sub-Commission on Coastal Processes and Sea-level changes of the International Union for Quaternary Research
Europos asociacija geologiniam paveldui išsaugoti	J. Satkūnas V. Mikulėnas	The European Association for the Conservation of the Geological Heritage (PROGEO)



Pavadinimas	LGT atstovai <i>Representatives of LGT</i>	Title
1992 m. Tarpvalstybinių vandentieklių ir tarptautinių ežerų apsaugos ir naudojimo konvencijos vandens ir sveikatos protokolo įgyvendinimo koordinavimo grupė	R. Radienė	1992 Coordination Group for the Implementation of the Water and Health Protocol to the Convention on the Protection and Use of Transboundary Watercourses and International Lakes
Darbo grupė WG 2C Požeminio vandens direktyvai 2006/118/EB įgyvendinti	R. Radienė	Working Group WG 2C for Development of the Groundwater Directive (GWD) 2006/118/EC
Europos Sąjungos užterštų teritorijų valdymo darbo grupė	R. Radienė	Working Group on Contaminated Site Management of the European Union
Lietuvos stratigrafijos komisija	J. Lazauskienė J. Satkūnas	Commission on Lithuanian Stratigraphy
Įgaliotasis atstovas: Lietuvos standartizacijos tarybos technikos komitete LST TK 57 „Trąšos“	V. Gregorauskienė	Technical Committee TK 57 “Fertilizers” of Lithuanian Standardization Council
Įgaliotasis atstovas: Lietuvos standartizacijos tarybos technikos komitete LST TK 57 „Aplinkos apsauga“	R. Radienė	Technical Committee TK 57 “Environmental Protection” of Lithuanian Standardization Council
Įgaliotasis atstovas: Lietuvos standartizacijos tarybos technikos komitete LST TK 59 „Geotechnika“	V. Mikulėnas	Technical Committee TK 57 “Geotechnics” of Lithuanian Standardization Council
Estijos mokslų akademijos žurnalo „Estonian Journal of Earth Sciences“ patarėjų taryba	J. Satkūnas	Advisory Board of the Journal “Estonian Journal of Earth Sciences” of the Estonian Academy of Sciences
Vilniaus universiteto, Lietuvos mokslų akademijos, Geologijos ir geografijos instituto, Lietuvos geologijos tarnybos žurnalo „Geologija. Geografija“ redakcinė kolegija	J. Satkūnas	Editorial Board of the Journal of Vilnius University, Lithuanian Academy of Sciences, Institute of Geology and Geography, Lithuanian Geological Survey “Geology. Geography”
Lietuvos geologų sąjungos žurnalo „Geologijos akiračiai“ redakcinė kolegija	J. Satkūnas	Editorial Board of the Journal of Geological Society of Lithuania “Geologijos akiračiai”
Lietuvos geologų sąjungos taryba	A. Damušytė	Council of Geological Society of Lithuania
Augalų apsaugos produktų registracijos patariamasis komitetas	V. Gregorauskienė	Plant protection products Advisory committee
Mineralinio vandens pripažinimo Lietuvos Respublikoje komisija	R. Radienė	Commission for the Recognition of Mineral Water in the Republic of Lithuania
Europos inovacijų partnerystės žaliavų srityje darbo grupė	A. Dumšienė	Innovation Partnership for Raw materials working group
Europos mineralinių išteklių politikos gairių grupė	J. Satkūnas	Minerals Policy. Guidance for Europe
Direktyvos 2000/60/EB dėl bendrosios vandens politikos įgyvendinimo komitetas	J. Arustienė	Directive 2000/60 / EC on the implementation of the common water policy
Europos Sąjungos Tarybos darbo grupės Dirvožemio saugos klausimų pogrupis	V. Gregorauskienė	Subgroup on Soil Safety Issues of the Working Group of the Council of the European Union
Europos Sąjungos Tarybos Aplinkos darbo grupės Komunikato dėl skalūnų dujų pogrupis	J. Lazauskienė	Subgroup on Communication on Shale Gas of the Council of the European Union

Sudarė Informacijos valdymo skyrius
Compiled by the Division of Information Management

2020 metų renginiai | 2020 Events

Dalyvavimas simpoziumuose, | Participation at symposia,

konferencijose, seminaruose | conferences and workshops

Renginio pavadinimas / Event	Laikas / Time	Organizatoriai, vieta / Organizers, place
Hidrogeologo Kęstučio Kadūno knygos „Gyvenimo mozaika. Pėsininko užrašai“ pristatymas	Sausio 7 d.	Lietuvos geologijos tarnyba
Inžinerinės kompanijos „GeoPartneris“ LIDAR skenerio galimybių pristatymas	Sausio 15 d.	Lietuvos geologijos tarnyba
Susitikimas su Lenkijos Respublikos vyriausioju šalies geologu P. Dziadzio	Vasario 5 d.	Klimato ministerija (Varšuva, Lenkijos Respublika)
44-iasis Europos geologijos tarnybų asociacijos (EuroGeoSurveys) Nacionalinių delegatų forumas	Vasario 11–13 d.	Briuselis (Belgija)
Jaunųjų geologų mokyklos žiemos sesija. Paskaita „Kvartero geologija ir geomorfologija“ ir praktiniai užsiėmimai	Vasario 19 d.	Lietuvos geologijos tarnyba
Gamtos tyrimų centro mokslo darbuotojų delegacijos vizitas Žemės gelmių informacijos centre	Vasario 27 d.	Žemės gelmių informacijos centras (Vievis)
Lauros Gedminienės daktaro disertacijos „Gamtinių ir antropogeninių veiksmų įtaka vėlyvojo ledynmečio ir holoceno (a)biotinės aplinkos raidai paskutinio Skandinavijos ledyno pietrytiniame pakraštyje (Gamtos mokslai, geologija N 005) Gynimo tarybos posėdis	Vasario 28 d.	Gamtos tyrimų centras (Akademijos g. 2, Vilnius)
Lietuvos Nepriklausomybės atkūrimo 30-mečio minėjimui hidrogeologų renginys „Druskininkai / Marcinkonys – 2020“	Kovo 5 d.	Dzūkijos nacionalinio parko Marcinkonių lankytojų centras
GeoEra programos tarptautinio projekto HIKE darbinis susirinkimas	Kovo 19 d.	Liublijana (Slovėnija, nuotoliniu būdu)
Konferencija „Klimato kaita Lietuvoje: globalūs ir nacionaliniai iššūkiai, stebėseną ir politikos gairės“.	Gegužės 22 d.	Vilniaus universitetas, nuotoliniu būdu
Geologo dienos konferencija. Pristatytas geologo Antano Giedraičio fondas, nusipelnę geologai apdovanoti Antano Giedraičio fondo garbės ženklais „Auksinis geologo plaktukas“	Liepos 2 d.	„Crowne plaza“ viešbutis M. K. Čiurlionio g. 84, Vilnius
LGT Žemės gelmių informacijos centro (Aplinkos ministerijos ir jai pavaldžių įstaigų) veiklos pristatymas moksleiviams	Rugpjūčio 27 d.	LGT ŽGIC, nuotoliniu būdu
Prof. habil. dr. Rimo Žaromskio knygos „Abipus kranto linijos“ pristatymas	Rugsėjo 9 d.	Vilniaus universitetas
Praktinis seminaras „Georadaro ir elektrinės tomografijos taikymo patirtis ir galimybės aplinkos tvarkyboje“	Rugsėjo 17 d.	Lietuvos geologijos tarnyba
X-oji Geologinio paveldo diena „Kalnai, vandenys ir akmenys (Garbė, vundai ir stabai)“.	Rugsėjo 18–19 d.	Sūduvos kraštas
EmodNet projekto susitikimas	Rugsėjo 23–25 d.	Utrechtas (Nyderlandų Karalystė), nuotoliniu būdu
Naujausių Gedimino kalno geologinių tyrimų rezultatų pristatymas	Spalio 1 d.	Lietuvos geologijos tarnyba
ProGEO tarybos posėdis	Lapkričio 10–16 d.	Oslas (Norvegija), nuotoliniu būdu
XXXI Lietuvos geologų sąjungos suvažiavimas-konferencija	Lapkričio 27 d.	Lietuvos geologų sąjunga, nuotoliniu būdu
Šeštoji Lietuvos Geologijos krypties doktorantų konferencija	Gruodžio 14 d.	Vilniaus universitetas, nuotoliniu būdu
Lietuvos karjerų asociacijos 25-čio ir profesinės šventės (Šv. Barbaros dienos) minėjimas.	Gruodžio 18 d.	Lietuvos karjerų asociacija, nuotoliniu būdu

Lietuvos geologijos tarnybos 2020 metų veiklos rezultatai: [metinė ataskaita] = Lithuanian Geological Survey: Annual Report 2020 / ats. red. J. Čyžienė; Lietuvos geologijos tarnyba. – Vilnius, 2021. – 109 p.: iliustr. – Liet., angl. – ISSN 1392–7272

Lietuvos geologijos tarnybos metinėje ataskaitoje pateikiami baigtų valstybinių geologinių tyrimų projektų – geologinio kartografavimo, giluminių tyrimų, seismologinio monitoringo, ekogeologinių tyrimų, hidrogeologinių tyrimų, požeminės hidrosferos monitoringo ir kitų geologinių tyrimų rezultatai. Taip pat apibūdinamas žemės gelmių naudojimo valstybinis reguliavimas (leidimų tirti ir naudoti žemės gelmes išdavimas, teisės aktų rengimas), inžinerinių geologinių darbų priežiūra, monitoringo programų apskaita ir kt., pateikiamas publikacijų Lietuvos geologijos tematika sąrašas.

The Annual Report for 2020 of the Lithuanian Geological Survey contains results of completed national geological research projects: geological mapping, exploration of the earth crust, seismological monitoring, ecogeological research, hydrogeological research, monitoring of the underground hydrosphere and the geological investigations of affected areas by karst process. The Report also contains information about state regulation of the use of the underground (issuing of premissions to investigate and use the underground, drafting of legal acts, etc.), supervision of engineering geological works, inventory of monitoring programme, etc. A list of publications about Lithuanian geology is included.

LIETUVOS GEOLOGIJOS TARNYBOS 2020 METŲ VEIKLOS REZULTATAI
Metinė ataskaita

LITHUANIAN GEOLOGICAL SURVEY
Annual Report 2020

Vilnius, 2021

Redagavo D. Petrauskienė, A. Jurkonytė
Viršelio dizainas I. Satkūnienės
Maketavo I. Satkūnienė

Išleido Lietuvos geologijos tarnyba
S. Konarskio g. 35, LT-03123 Vilnius
tel. (8 5) 233 28 89
<http://www.lgt.lt>